ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

CONCOURS D'AGRÉGATION.

(SECTION DE CHIMIE, DE PHYSIQUE ET DE TOXICOLOGIE.)

EMPOISONNEMENT PAR LES GAZ.



THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE

PAR JULES BOUIS.

PARIS,
MALLET-BACHELIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,
Rue du Jardinet, 12.

1858.

à Mr Chatin
Souvenir affectueux
Jul Bouis

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

CONCOURS D'AGRÉGATION.

(SECTION DE CHIMIE, DE PHYSIQUE ET DE TOXICOLOGIE.)

EMPOISONNEMENT PAR LES GAZ.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE

PAR JULES BOUIS.

PARIS,
MALLET-BACHELIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,
Rue du Jardinet, 12.

1858.

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE.

JUGES DU CONCOURS.

MM. BALARD, Membre de l'Institut, Professeur au Collége de France et à la Faculté des Sciences, *Président.*

BUSSY, Membre de l'Institut, Directeur de l'École de Pharmacie.

CAVENTOU, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à l'École de Pharmacie.

BÉRARD, Correspondant de l'Institut, Doyen de la Faculté de Médecine de Montpellier.

REGNAULD, Professeur à l'École de Pharmacie.

GAVARRET, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine.

WURTZ, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine.

JUGES SUPPLÉANTS.

MM. FREMY, Membre de l'Institut, Professeur à l'École Polytechnique et au Muséum.

GAULTIER DE CLAUBRY, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à l'École de Pharmacie.

FIGUIER, Professeur agrégé à l'École de Pharmacie.

H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE, Professeur à l'École Normale et à la Faculté des Sciences.

A MON PÈRE,

Pharmacien en chef des Hospices de Perpignan, Professeur de Chimie, Membre du Jury médical et du Conseil de Salubrité des Pyrénées-Orientales.

A MON BEAU-PÈRE,

M. A. de MILLY,

Docteur en Médecine, Officier de la Légion d'honneur, Commandeur de l'ordre du Christ de Portugal, Chevalier des ordres de Charles III d'Espagne et de l'Étoile Polaire de Suède.

EMPOISONNEMENT

PAR LES GAZ.

La plupart des physiologistes admettent aujourd'hui que toutes les substances étrangères au sang peuvent devenir toxiques par leur absorption dans le système artériel. Cette absorption peut s'effectuer par la peau, le tissu cellulaire, les muqueuses externes, l'estomac, le rectum, les voies pulmonaires. Qu'une substance toxique soit introduite dans l'estomac, si elle n'a pas une action corrosive immédiate, elle n'agira que lorsqu'elle sera parvenue dans le système artériel, après avoir traversé le système de la veine porte, le foie, les veines hépatiques, le tissu pulmonaire; mais il peut arriver que pendant ce trajet le poison soit éliminé dans le foie par la bile, dans les reins par les urines, dans le poumon par exhalation.

L'absorption peut être plus ou moins rapide; de là les différences d'action des poisons selon la voie par laquelle ils auront pénétré dans l'économie. Le poumon étant l'organe le plus rapproché du système artériel, les substances toxiques agiront avec une grande promptitude lorsqu'elles seront introduites par les bronches. Les gaz et les vapeurs peuvent seuls pénétrer par cette voie; car chez l'homme la membrane muqueuse des voies respiratoires est recouverte d'un épithélium à cils vibratiles, disposés de telle sorte qu'ils s'opposent, par des mouvements indépendants de notre volonté, à l'introduction des matières étrangères. Par cette disposition naturelle que le Créateur a donnée aux animaux des classes supérieures, les poussières minérales

et organiques qui voltigent dans l'air et qui, selon l'expression de Bergmann, en sont les *immondices,* n'atteignent que par exception le tissu pulmonaire. L'état gazeux étant celui qui se prête le mieux aux réactions réciproques des corps, les poumons présentant d'ailleurs une surface d'absorption très-considérable, il est aisé de comprendre que les gaz, considérés comme poisons, mis en contact avec le sang par la membrane pulmonaire, produiront des effets instantanés sur l'organisme. Ces effets pourront être si instantanés, si rapides, que tout secours deviendra inutile dans certains cas après l'absorption de quelques bulles de gaz. Aussi doit-on reconnaître que les poisons gazeux sont les plus terribles.

Les substances toxiques, avons-nous dit, n'agissent que lorsqu'elles sont parvenues dans le système artériel; nous verrons, en effet, que l'acide carbonique, injecté dans les veines ou le tissu cellulaire, est rejeté par les poumons; l'acide sulfhydrique, l'oxyde de carbone, gaz très-vénéneux, peuvent être introduits impunément dans le tube digestif ou dans les veines, parce qu'ils sont éliminés par la voie pulmonaire.

Les poisons gazeux se distinguent des autres poisons en ce que les derniers agissent, avec plus ou moins de promptitude, par quelque voie qu'on les fasse absorber; les gaz au contraire ne produisent la mort que lorsqu'ils sont absorbés par le poumon, à moins toutefois que celle-ci ne soit la conséquence d'une irritation locale.

Certaines substances ont besoin, avant de faire sentir leurs effets sur l'économie, d'éprouver des modifications en traversant l'organisme; c'est ainsi que les métaux, généralement, ne deviennent vénéneux qu'après leur transformation en sels solubles; le cyanure de mercure n'exerce son action que par suite de sa décomposition en acide cyanhydrique. Ce que les acides de l'estomac produisent, le poumon peut l'effectuer quelquefois; car M. Bernard a mon-

tré, il y a longtemps déjà, que le cyanure de mercure est décomposé dans cet organe. Et ne perdons pas de vue cette faculté qui pourra être mise à profit pour expliquer des décompositions de gaz ou de matières volatiles.

Comme pour tous les poisons, diverses causes peuvent influer sur l'action des gaz vénéneux.

En première ligne vient se placer ce que l'on appelle ordinairement l'habitude, cette seconde nature, qui faisait demander à Fontenelle quelle est la première.

Malgré l'opinion contraire de Bichat, on peut citer un grand nombre d'exemples qui prouvent que l'absorption n'est pas soustraite à l'influence de l'habitude. Sanctorius rapporte qu'un prisonnier, qui avait passé vingt ans dans l'atmosphère infecte d'un cachot, ne put supporter l'air pur du dehors et que la santé ne lui revint que par sa réintégration dans le même cachot.

Les poumons se familiarisent avec un air vicié. *Necessitas novi aeris per consuetudinem diminuitur*, dit Haller. Les élèves en médecine supportent quelquefois difficilement le premier séjour dans les amphithéâtres et y passent plus tard une partie de la journée sans en être incommodés. Les vidangeurs, les équarrisseurs, etc., vivent dans des atmosphères qui ne seraient pas sans danger pour des personnes non habituées à respirer ces gaz miasmatiques.

Ce que l'on attribue souvent à l'habitude devrait être rapporté à l'état de faiblesse ou de maladie dans lequel se trouvent les individus. C'est ainsi que des animaux placés dans des atmosphères que l'on confine, y séjournent encore quoique ces atmosphères soient promptement mortelles pour de nouveaux animaux. C'est que les premiers introduits sont alors dans un état morbide; leur circulation est ralentie, ils consomment moins d'oxygène. Les animaux ainsi affaiblis, de même que les animaux dormeurs, supportent des doses plus fortes de poison que ceux qui sont bien portants.

Les deux exemples suivants viennent à l'appui de ce que nous disons.

J'ai fait autrefois, dit Fodéré, l'essai sur ma personne, à titre d'expérience, des médicaments les plus héroïques, et je me suis convaincu que l'homme malade suit d'autres lois que l'homme sain (1).

Tacite rapporte que Sénèque le philosophe s'étant fait ouvrir les veines des quatre extrémités après s'être plongé dans un bain, prit une forte dose de poison qui resta sans effet; ce qu'il faut attribuer à son état de faiblesse causé par l'hémorragie.

Du reste, dans l'anesthésie, la respiration est plus ralentie, et les empoisonnements sont plus lents; M. Paul Thenard, en cherchant des contre-poisons de l'acide cyanhydrique, a vu que l'intoxication par ce corps est très-retardée chez les animaux éthérisés.

Ces effets de l'acclimatation des organes sont d'autant plus sensibles, qu'ils ont mis plus de temps à se produire; voilà pourquoi, dans les asphyxies multiples, il est arrivé que des personnes sont mortes, tandis que d'autres, déjà malades et affaiblies, ont résisté à côté des premières.

Par cela même qu'un animal plongé dans un air vicié périra rapidement, l'inverse pourra aussi avoir lieu, et il n'est pas rare de voir cela se produire en retirant un animal d'un lieu confiné où il a séjourné longtemps. Le passage brusque d'un air vicié à une atmosphère fortement oxygénée détermine quelquefois la mort.

Une des causes qui modifient encore l'action des poisons est l'idiosyncrasie. Certaines personnes vivent dans des lieux où d'autres sont asphyxiées; cela arrive chez les mineurs, les vidangeurs. Dans une fabrique de céruse des environs de Paris, dirigée par un ancien élève de l'École Centrale, les ouvriers sont astreints à prendre des bains

(1) *Médecine légale*, tome III, page 479; 1813.

sulfureux dans l'établissement, et ils sont classés par la teinte que prend leur peau. Les individus chez lesquels la teinte foncée persiste quelque temps sont renvoyés de l'usine, comme *impropres à s'habituer* aux émanations de plomb.

Pour nous en tenir aux poisons gazeux, nous rappellerons seulement l'affaire Amouroux, citée dans la plupart des ouvrages de toxicologie parce qu'elle a fourni matière à discussion. Amouroux n'a pu s'asphyxier, malgré son vif désir, dit-il; car il prétend avoir brûlé six décalitres de charbon et un panier de braise, et cela dans une grande terrine et dans un large fourneau à la fois. Il n'a éprouvé pendant cinq jours et cinq nuits passés auprès du corps de sa femme, sans prendre de nourriture, qu'une soif assez vive qu'il a satisfaite.

On a vu des chiens rebelles à l'asphyxie, et si je ne me trompe, M. Faure a possédé un de ces animaux que l'on n'a pu parvenir à asphyxier par la vapeur de charbon.

La rapidité avec laquelle les poisons gazeux agissent, fait qu'il est difficile et souvent impossible de leur appliquer des antidotes; dans tous les cas, les bons effets de ces derniers ne peuvent dépendre que de la célérité avec laquelle ils auront été administrés. Or quels seront les moyens à employer pour atteindre ce but? Si l'on voulait se baser sur des raisons physiologiques seules, on éprouverait souvent des mécomptes. M. Bernard a fait observer qu'à la strychnine, qui excite le système nerveux, on serait tenté d'opposer le curare, qui éteint certaines propriétés nerveuses, s'il ne s'était assuré que le mélange des deux corps tue plus rapidement les animaux. Le curare s'oppose aux convulsions, il neutralise le symptôme, mais n'empêche pas la mort.

De même, l'oxyde de carbone tue en rendant le sang vermeil, et l'on pourrait le combattre par l'acide sulfhydrique qui colore le sang en noir; les deux gaz mélangés tuent plus vite que pris séparément.

Il vaut mieux se baser sur les réactions chimiques, les seules, il me semble, qui présentent quelques chances de succès. Est-on empoisonné par l'acide sulfhydrique, le chlore ou l'acide sulfureux se présenteront à l'esprit du chimiste pour décomposer le gaz vénéneux. Mais comme il faut poursuivre le poison jusque dans les poumons, on fera respirer avec précaution ces gaz qui sont eux-mêmes nuisibles.

Les poisons acides seront combattus par des vapeurs ammoniacales, etc.

Dans les empoisonnements par les substances minérales, on ne se contente pas de détruire le poison, il faut encore l'éliminer pour empêcher l'empoisonnement général, et l'on peut jusqu'à un certain point arriver au même résultat dans les intoxications par les gaz. Il s'agit alors d'activer la circulation, afin de chasser le poison par un moyen pour ainsi dire mécanique ; nous verrons plus loin que les inspirations d'oxygène peuvent rendre de grands services, mais encore, je le répète, faut-il s'y prendre à temps (1). Une fois l'action produite, les effets de l'empoisonnement sont traités par les médecins selon les circonstances.

La recherche chimique des poisons gazeux ayant déterminé la mort d'une personne s'offre bien rarement ; elle est d'ailleurs très-difficile et ne pourrait être indiquée que d'une manière générale. A l'occasion de chaque gaz en particulier, j'ai rappelé les propriétés importantes qui permettent de le caractériser. Une difficulté se présente si le gaz toxique ne contient que des éléments qui se trouvent dans le corps humain ; les lésions produites doivent alors diriger l'expert dans ses recherches et ses conclusions.

Si, au contraire, le gaz est composé d'éléments que le

---

(1) L'insufflation de l'oxygène ou de l'air se fait par des sondes, des tubes adaptés à des soufflets ou à des pompes. On trouve de nombreux détails à cet égard dans les ouvrages traitant de l'asphyxie.

corps ne renferme qu'en minime proportion ou pas du tout, la tâche est simplifiée; car, à moins que le gaz toxique n'ait été respiré à très-faibles doses, les réactifs décèleront la présence d'un des éléments constitutifs du gaz. L'arsenic, l'antimoine, l'iode, etc., se trouveront dans les empoisonnements par l'hydrogène arsénié, l'hydrogène antimonié, l'acide iodhydrique, etc. Sans crainte de se tromper, on peut ajouter que ces corps se rencontreront en moins grande quantité dans le poumon que dans les autres viscères dans lesquels le sang circule plus lentement.

Le chimiste peut avoir besoin de recueillir du gaz dans une chambre, dans un puits, une fosse, etc., afin de connaître la composition des atmosphères ayant occasionné la mort. Les procédés pour cette opération sont si multipliés et si connus, que je me bornerai à ne pas approuver celui qui consiste à recueillir l'air dans des vases préalablement remplis d'eau de Seltz. En voulant éviter la dissolution de l'acide carbonique par l'eau, on tombe dans l'excès contraire.

Dans l'ouvrage classique d'Orfila (*Traité de Toxicologie*, 5[e] édition, tome II), l'appareil qui est décrit page 780 est défectueux (1); mais cela peut provenir d'une erreur du dessinateur, et je la signale aux opérateurs peu expérimentés chez lesquels elle pourrait passer inaperçue.

Pour étudier les effets des gaz sur l'économie, on a employé diverses méthodes qui n'ont pas peu contribué à mettre les auteurs en désaccord sur les résultats obtenus. Dès la création de la chimie pneumatique, les chimistes se servaient d'une souris et d'une chandelle pour voir si le gaz était propre à la respiration ou à la combustion.

Priestley avait essayé l'inspiration de l'oxygène; mais les

---

(1) Le tube r, r', r'' plongeant au fond du flacon permet à l'acide carbonique de se dissoudre en barbotant dans l'eau; et pour en chasser le gaz on est obligé de changer le bouchon pour le remplacer par un autre armé de deux tubes.

expériences de ce genre suivies et sérieuses furent exécutées à l'institution du Dr Beddoes sous la direction de S. H. Davy, qui a publié ses observations en 1799. Des essais analogues ont été tentés par d'autres expérimentateurs, et nous aurons l'occasion de les citer plus loin. Lorsque l'on se soumet à l'expérience, on fait une expiration forte et l'on inspire le gaz à étudier; ou bien, en employant le procédé de M. Dumas, on inspire le gaz par le nez et on l'expire par la bouche. Les animaux sont quelquefois coiffés d'une vessie ou d'un sac imperméable dans lequel on fait arriver le gaz seul ou mêlé à l'air; la plupart du temps cependant, on les maintient dans des cloches remplies d'air auquel on a ajouté des quantités déterminées du gaz à expérimenter. Les animaux sont alors dans de véritables atmosphères confinées, et l'on n'a pas assez tenu compte de cette circonstance; aussi certains gaz ont-ils été considérés comme toxiques, tandis que la mort des animaux soumis à leur influence n'était due qu'à une simple asphyxie produite par le manque d'oxygène et la présence de l'acide carbonique.

Nysten, voulant distinguer les gaz délétères des gaz asphyxiants, a suivi une autre méthode; il a injecté les gaz dans les veines, ce qui l'a conduit à n'admettre qu'un très-petit nombre de gaz véritablement toxiques, les autres ne produisant la mort que lorsqu'ils sont injectés en assez grande quantité pour distendre le cœur et s'opposer à la circulation. Nous avons déjà vu que les gaz les plus vénéneux, comme l'oxyde de carbone et l'acide sulfhydrique injectés dans les veines, sont éliminés par le poumon; les conclusions de Nysten ne sont donc pas exactes.

Une certaine incertitude règne à l'égard de quelques gaz relativement à la classe à laquelle ils appartiennent; j'ai fait en sorte d'élucider cette question : le peu de temps que j'ai pu consacrer à ce travail ne m'a pas permis de m'occuper de tous les gaz; plus loin on trouvera les conclusions relatives à chacun de ceux sur lesquels j'ai expérimenté.

Je me suis servi dans mes expériences de cloches graduées reposant sur le mercure et munies à la partie supérieure d'un robinet. Une toile ou un support métallique pouvant monter ou descendre à volonté dans la cloche est destiné à supporter les animaux et à agiter de temps en temps le gaz. L'animal étant introduit dans la cloche remplie d'air, on ouvre le robinet et on enfonce la cloche de manière à chasser l'air le plus possible; ou bien on fait le vide rapidement en adaptant la douille à une pompe; on fait ensuite arriver le mélange à essayer. Cette dernière opération s'exécute en mettant en communication par un petit tube en caoutchouc la cloche avec une autre contenant le mélange, et placée elle-même sur le mercure ou sur l'eau. Si l'on a à expérimenter sur un animal un peu volumineux, on le place sous une cloche proportionnée reposant dans un vase très-large sur une couche de mercure de quelques centimètres. La cloche étant mise en communication avec une petite cloche placée dans le mercure, on soulève cette dernière qui aspire l'air de la grande; on introduit alors le gaz délétère dans la petite cloche que l'on enfonce ensuite dans le mercure pour refouler les gaz dans la grande cloche; en répétant le mouvement d'ascension et de dépression de la petite cloche, on mélange parfaitement les gaz dans la grande cloche. C'est le meilleur moyen pour connaître exactement la quantité de gaz ajouté à l'air; en préparant d'avance les mélanges pour introduire les animaux sous les cloches *sans les soulever,* on soumet ceux-ci à une pression qui suffit souvent pour les faire périr.

L'acide carbonique provenant de la respiration des animaux peut être absorbé par la potasse maintenue dans des vases recouverts d'une toile métallique pour qu'elle n'attaque pas les pattes des animaux.

Je n'ai pas décrit avec détail les appareils, mon intention étant de reprendre l'étude que j'ai commencée. Je ferai con-

naître plus tard par des figures les dispositions qui m'auront le mieux réussi.

L'appareil dont se sont servis MM. Regnault et Reiset, ou le masque décrit par MM. Andral et Gavarret, conviendraient parfaitement.

Dans l'étude de chaque gaz en particulier, il sera question de la manière d'envisager son action que nous expliquerons autant que possible par les réactions chimiques. Il est à remarquer que dans les empoisonnements par les gaz, on observe un abaissement de température, et l'on sait que cela coïncide habituellement avec les grands troubles de la circulation. Les anciens admettaient que les poisons et les miasmes agissaient en éteignant le *calidum innatum*, et en faisant naître dans le cœur, qui en était réputé le siége, une réfrigération mortelle. Aussi avaient-ils recours pour le traitement de l'empoisonnement aux *échauffants* et aux *cordiaux*.

En arrivant dans les poumons, les gaz troublent la fonction de calorification, ralentissent la circulation, suspendent même la vie, et les vapeurs employées comme anesthésiques ne nous paraissent pas agir autrement.

Beaucoup de physiologistes distingués se sont occupés de l'anesthésie, et les explications qu'ils en ont données ne peuvent trouver place ici. Il me semble cependant que l'on pourrait faire intervenir dans cette discussion la composition en volume des corps inhalés, et je vais émettre, avec une grande réserve, ma manière de voir à cet égard.

Les gaz composés sont souvent formés par la condensation de leurs principes constitutifs; ainsi

1 vol. protoxyde d'azote = 1 vol. azote + $\frac{1}{2}$ vol. oxygène,
1 vol. hydrog. bicarb. = 1 vol. vap. de carb. + 2 vol. hydrog.
1 vol. ammoniaque = $\frac{1}{2}$ vol. azote + 1 $\frac{1}{2}$ vol. hydrogène.

J'admets que par l'acte respiratoire ces corps se dédoublent en leurs éléments et produisent par conséquent un volume

de gaz plus grand que le volume primitif. Or, s'il en est ainsi, que doit-il ariver? Je suppose qu'il s'agisse du protoxyde d'azote, par exemple. Ce gaz étant formé de son volume d'azote et de la moitié de son volume d'oxygène, il s'ensuivra que chaque volume de gaz inspiré produira son volume d'azote par l'expiration, plus $\frac{1}{2}$ volume d'oxygène ou d'acide carbonique. Admettons pour plus de simplicité que l'air soit formé de $\frac{1}{5}$ d'oxygène et de $\frac{4}{5}$ d'azote, et que tout l'air introduit dans les poumons soit utilisé à *ne produire que de l'acide carbonique;* il faudra 5 volumes d'air pour en fournir 1 d'acide carbonique, et 5 volumes de protoxyde d'azote donneraient dans les mêmes circonstances 5 volumes d'azote et $2\frac{1}{2}$ volumes d'acide carbonique ; en effet

5 vol. air...	{ 4 vol. Az 1 vol. O }	donnent 4 vol. Az + 1 vol. CO^2.
5 vol. AzO .	{ 5 vol. Az $2\frac{1}{2}$ vol. O }	donnent 5 vol. Az + $2\frac{1}{2}$ vol. CO^2.

Il se produit donc pour la même quantité de gaz inspiré beaucoup plus d'acide carbonique qui amène une espèce d'asphyxie, l'anesthésie si l'on veut, à laquelle l'animal résistera longtemps, parce que le gaz, n'étant pas décomposé instantanément, fournit sans cesse de l'oxygène.

La considération du dédoublement des gaz composés, en tenant compte des volumes produits, me semble entrer pour une large part dans l'explication des phénomènes d'anesthésie; car, par suite de la décomposition, il y a *abaissement de température, production d'électricité.* Pourquoi n'admettrait-on pas que l'électricité développée porte son action sur le système nerveux, tandis que la diminution de température contractant les fibres du tissu pulmonaire, met un obstacle à l'échange des gaz et produit ainsi un trouble dans les fonctions de la circulation?

L'idée que je mets ainsi en avant n'est sans doute pas ab-

solue ; je ne puis et ne veux la discuter encore : mais si les expériences que j'ai conçues et entreprises confirment mon opinion, je la développerai avec quelque détail.

Une bonne classification des gaz au point de vue toxicologique est encore à trouver ; la plupart des auteurs ont traité des gaz d'une manière secondaire en les intercalant parmi les autres poisons.

Anglada les a divisés en trois ordres :

1°. Poisons gazeux d'origine minérale ;

2°. — d'origine végétale ;

3°. — d'origine animale.

Cette classification n'indique rien, puisque le premier ordre renferme tous les gaz dont nous avons à nous occuper.

La classification qui paraît la plus convenable à M. Galtier est la suivante :

1°. *Gaz asphyxiants* (hydrogène, azote);

2°. *Gaz narcotiques* (oxyde de carbone, gaz de la combustion, de l'éclairage) ;

3°. *Gaz ou vapeurs anesthésiques* (éther, chloroforme, etc., peut-être aussi protoxyde d'azote, cyanogène);

4°. *Gaz ou vapeurs irritants* (chlore, ammoniaque) ;

5°. *Gaz septiques* (hydrogène sulfuré, gaz des égouts, des fosses).

J'adopterai provisoirement quatre groupes : les gaz irrespirables, les gaz irritants, les gaz délétères et les gaz complexes.

Dans le premier groupe, je comprends les gaz agissant pour ainsi dire mécaniquement, en produisant l'asphyxie; ce sont l'hydrogène, l'azote, le protoxyde d'azote, les carbures d'hydrogène.

Le deuxième groupe renferme les gaz irritants, et peut correspondre aux poisons chimiques ou désorganisateurs d'Anglada ; tels sont le chlore, l'ammoniaque et la plupart des gaz acides.

Le troisième groupe contiendrait les gaz toxiques proprement dits (antivitaux d'Anglada); l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, le cyanogène, l'hydrogène arsénié, l'hydrogène antimonié, l'acide sulfhydrique, l'acide sélénhydrique, l'hydrogène phosphoré, font partie de ce groupe. Enfin, sous le nom de gaz complexes, je réunis l'air confiné, altéré par la respiration ou par la combustion, le gaz de l'éclairage, des fosses d'aisances, etc.; on pourrait y joindre les émanations miasmatiques.

Après l'aperçu rapide que je viens de tracer des propriétés générales des gaz considérés comme toxiques, il convient d'étudier chacun des gaz en particulier. Je me suis attaché autant que possible à faire connaître ce qui se rapporte à leur action sur l'économie, et je n'ai fait qu'indiquer les caractères qui permettront de les reconnaître au besoin.

Tous les gaz connus n'ont pas été étudiés et je n'en ai pas vu la nécessité; il en est qui sont si rares et dont la préparation est si difficile, que l'on n'a pas à redouter des empoisonnements de leur part. Je n'ai donc dirigé mes recherches que sur ceux qui se trouvent le plus habituellement dans nos mains ou qui se rencontrent dans la nature ou dans les ateliers.

Pour me tenir dans les limites de la question qui a été posée : *Empoisonnement par les gaz*, je n'ai pas abordé les vapeurs.

Cette question, fort belle du reste, est assez vaste et je n'éprouve que le regret de n'avoir pas pu y consacrer plus de temps. Je regarde donc ce que j'ai fait comme une simple ébauche, qui m'a indiqué ce qu'il y aurait d'intéressant à continuer.

Je commencerai l'examen des gaz par celui de l'oxygène, qui est seul propre à entretenir la respiration.

DES GAZ EN PARTICULIER.

Oxygène.

L'oxygène, dont la découverte a été faite presque en même temps par trois hommes célèbres (1774), a été successivement appelé *air déphlogistiqué* (Priestley), *empyrée, air empyréal, air du feu* (Scheele), *air éminemment respirable, principe oxygine, oxygène* (Lavoisier) (1). On a encore donné à ce gaz les noms de *sorbile*, ou *principe sorbile, air pur, air vierge, air vital* (Condorcet). Ces différentes dénominations indiquent bien l'importance que l'on attribuait à ce gaz dans l'acte de la respiration. Nul autre que lui, en effet, ne peut entretenir la vie, et à ce point de vue, nous devons examiner les circonstances dans lesquelles il peut se produire ou disparaître. L'oxygène prend naissance généralement en chauffant des oxydes seuls ou mélangés d'acide sulfurique, en chauffant des sels fortement oxygénés, comme le chlorate de potasse, en décomposant l'eau par la pile, en faisant réagir la lumière solaire sur les plantes.

L'oxygène se combine avec la plus grande facilité avec presque tous les autres corps, et cette combinaison peut s'effectuer lentement ou rapidement avec production de chaleur et de lumière. Les matières organiques seules ou en présence de corps poreux, les sulfures nous offrent des exemples nombreux d'absorption d'oxygène, et c'est à cette cause que l'on rapporte certains cas d'asphyxie observés dans les fosses d'aisances ou dans les mines.

L'air atmosphérique, que je prends pour type des gaz respirables, c'est-à-dire comme celui qui s'accommode le mieux

(1) « Nous avons découvert cet air presque en même temps, MM. Priestley, Scheele et moi » (Lavoisier, *Traité élémentaire de Chimie*, tome I, page 38).

à nos organes, est formé de 20,2 oxygène et 79,8 azote, ou environ $\frac{1}{5}$ d'oxygène et $\frac{4}{5}$ d'azote.

Les animaux cependant peuvent vivre dans des atmosphères beaucoup plus pauvres en oxygène ou dans l'oxygène pur; mais il est certain que les conditions d'absorption n'étant pas les mêmes, l'hématose est variable et les animaux doivent en ressentir des effets plus ou moins marqués.

Il n'est pas possible d'indiquer la limite inférieure de la quantité d'oxygène dans un milieu respirable; d'après les expériences de M. Leblanc, on éprouve du malaise, de la gêne dans la respiration, lorsque la proportion d'oxygène dans l'air est réduite à 15 ou 16 pour 100.

Les animaux, dans leur respiration, absorbent de l'oxygène et produisent de l'acide carbonique. M. Dumas a fait voir que l'homme sain expire un air qui contient de 3 à 5 pour 100 d'acide carbonique, et qu'il fait passer par jour dans ses poumons de 7 à 8 mètres cubes d'air; plus loin, nous examinerons la quantité d'air dont un homme a besoin pour vivre pendant un temps donné.

Le sang agité avec l'oxygène prend la teinte rouge vermeil qui caractérise le sang artériel et en absorbe des proportions variables selon sa nature.

La solubilité de l'oxygène dans le sang a été l'objet des recherches d'un grand nombre de physiologistes, préoccupés de savoir le rôle que ce gaz joue dans l'acte de la respiration.

MM. Bunsen, Marchand, Bernard, Fernet, L. Meyer ont décrit des procédés plus ou moins ingénieux pour déterminer les coefficients de solubilité des gaz dans le sang.

Dans un Mémoire récent, sur lequel M. Balard a fait un rapport consciencieux et favorable, M. Fernet a fait voir que ce sont surtout les globules sanguins qui contribuent à l'absorption et à la fixation de l'oxygène, en le condensant, par une affinité qui leur est propre, avec beaucoup d'énergie. Cet oxygène n'agit pas d'une manière immédiate sur la matière organique qui l'a condensé; il reste disponible

pour produire plus tard les phénomènes de la combustion intérieure, semblable en cela à cet oxygène condensé par l'essence de térébenthine qui, avant de la transformer en résine, se maintient pendant quelque temps libre et avec des aptitudes à la combinaison exaltées et qui lui font produire des phénomènes d'oxydation que l'oxygène ordinaire ne réaliserait pas (1).

L'oxygène ainsi condensé peut être facilement chassé par un courant de gaz étranger ou par le vide, sans qu'il entraîne avec lui de l'acide carbonique.

Mais si les globules du sang ont de l'affinité pour l'oxygène, ils en ont une bien plus grande pour l'oxyde de carbone, puisque celui-ci déplace rapidement l'oxygène, tandis que l'oxygène est incapable de déplacer à son tour l'oxyde de carbone. Cette propriété, reconnue par M. C. Bernard, a été mise à profit par ce savant physiologiste pour déterminer la proportion d'oxygène contenue dans les diverses espèces de sang. Les analyses exécutées par ce procédé lui ont permis de constater que c'est pendant leur fonction que les glandes laissent passer le sang rouge sans le désoxyder, tandis que pendant qu'elles n'expulsent aucun produit, qu'elles sont à l'état de repos, le sang qui en sort est noir, privé en grande partie d'oxygène et chargé d'acide carbonique (2).

M. Bernard avait déjà vu que le sang veineux, qui dissout une plus grande quantité d'oxygène que le sang artériel, présente des degrés de saturation différents : ainsi 100 volumes de sang d'un chien à jeun dissolvent (3) :

Sang de la veine porte......	23
du cœur droit........	21
de la veine jugulaire...	16
du cœur gauche......	10

(1) Rapport de M. Balard. *Comptes rendus*, tome XLVII, page 200.
(2) *Comptes rendus*, tomes XLVI, XLVII.
(3) *Leçons sur les effets des substances toxiques*, pages 107 et 109.

et 100 volumes de sang d'un chien en digestion ont dissous :

Sang de la veine jugulaire..	14,0
de la veine porte.....	19,3
du cœur droit.	17,6
du cœur gauche......	10,2

Le même physiologiste a observé que le sang mis en contact de l'oxygène pur en absorbe une plus grande proportion que lorsqu'on l'agite avec l'air atmosphérique; c'est aussi ce qui arrive à un animal plongé dans l'oxygène pur. Ses lèvres deviennent vermeilles et son sang conserve partout les apparences du sang artériel. Les animaux sont surexcités, la circulation est plus active, les sécrétions sont augmentées, et il est évident qu'elles doivent avoir subi des transformations; chez les lapins et les herbivores en général, les urines sont alcalines pendant la digestion. « Si l'on » vient, observe M. Bernard, à mettre un de ces animaux » dans l'oxygène, il en résulte une modification dans les » produits excrétés. Au bout d'un quart d'heure les urines » commencent à changer de réaction, et au bout d'une » heure elles sont devenues très-acides et contiennent beau- » coup d'urée (1). »

Je citerai également les ouvriers qui travaillent dans les appareils à air comprimé, et qui, par conséquent, consomment dans un même temps une proportion beaucoup plus grande d'oxygène. On remarque chez eux une augmentation de sécrétion urinaire, un grand amaigrissement, et ils sont obligés de manger beaucoup pour ne pas être épuisés.

Priestley, ayant démontré, le 8 mars 1775, par l'expérience d'une souris, que l'air dégagé du mercure calciné est aussi bon à respirer, sinon *meilleur*, que l'air commun, eut la curiosité d'essayer l'action de ce gaz sur lui-même. « La

---

(1) *Loco citato*, page 130.

» sensation qu'éprouvèrent mes poumons ne fut pas diffé-
» rente de celle que cause l'air commun. Mais il me
» sembla ensuite que ma poitrine se trouvait singuliè-
» rement dégagée et à l'aise pendant quelque temps. Qui
» peut assurer que dans la suite cet air pur ne deviendra
» pas un objet de luxe très à la mode? Il n'y a eu jusqu'ici
» que deux souris et moi qui ayons eu le privilége de le
» respirer (1). »

L'oxygène sous certaines influences acquiert des propriétés nouvelles que M. Schœnbein nous a révélées en 1839, et qui ont fixé l'attention des savants. Considéré tantôt comme corps composé, tantôt comme corps simple, l'*ozone* s'est toujours fait remarquer par son pouvoir oxydant extraordinaire.

Les expériences de MM. Ed. Becquerel et Fremy, Andrews, Houzeau, ont parfaitement établi que l'ozone est une simple modification de l'oxygène; aussi l'a-t-on appelé oxygène actif. Ce corps prend naissance toutes les fois que l'on fait traverser de l'oxygène ou de l'air par des étincelles électriques ou que l'on prépare de l'oxygène à une basse température. La décomposition de l'eau par la pile ou l'action de l'acide sulfurique sur le bioxyde de baryum, indiquée par M. Houzeau, sont les meilleurs moyens pour l'obtenir. Le phosphore au contact de l'air humide est encore utilisé pour montrer les réactions de l'ozone; mais je crois que ce procédé ne doit pas être mis en pratique lorsqu'on destinera le gaz à des expériences physiologiques, parce qu'il retient des vapeurs acides qui ont une action puissante sur l'économie.

M. Schœnbein a naturellement été le premier à étudier l'action de l'oxygène modifié sur l'économie. Ce savant a

(1) *Expériences et observations sur différentes espèces d'air* (traduction de Gibelin, tome II, page 126; 1777. — *Histoire de la Chimie de Hœfer*, t. II, page 491.

observé que lorsqu'on met des animaux dans l'air ou dans l'oxygène ozonisés, on voit leur respiration s'accélérer. Des mucosités sortent par leurs narines, et ils finissent par succomber avec tous les signes d'une inflammation des bronches. Je suis loin d'adopter les conclusions du célèbre chimiste allemand, et j'attribue les effets désastreux qu'il a observés à l'impureté du gaz qui, si je ne me trompe, a été obtenu au moyen du phosphore.

D'après M. de la Rive, l'ozone agit comme le chlore; il produit de l'éternument, du coryza et une bronchite.

Dans le dernier congrès scientifique de Carlsruhe, MM. Schœnbein, Magnus, Bunsen, de Babo, ont entretenu l'assemblée des propriétés de l'ozone. Leurs communications ne nous ont rien appris en ce qui nous concerne, si ce n'est qu'en lavant le gaz obtenu par le phosphore dans l'acide chromique on le purifie en même temps qu'on l'enrichit d'ozone.

L'influence de l'ozone atmosphérique sur les maladies épidémiques n'est pas assez bien connue pour que nous la mentionnions; il faut attendre que les observations soient plus nombreuses et plus comparatives.

I. — Gaz irrespirables.

Hydrogène.

Entrevu par les alchimistes des XVI[e] et XVII[e] siècles, l'hydrogène ne fut réellement étudié que par Cavendish, en 1766. Ce chimiste le prépara par le moyen encore usité de nos jours, la décomposition de l'eau par le zinc ou le fer et l'acide sulfurique. On l'obtient encore en faisant passer de la vapeur d'eau sur un métal comme le zinc ou le fer, ou sur du charbon incandescent, ou bien en décomposant l'eau par un courant électrique. Nous aurons l'occasion de revenir sur ces procédés à l'occasion du gaz de l'éclairage. Il ne faut pas oublier que l'hydrogène ainsi obtenu n'est presque

jamais pur, et que pour le faire servir à des expériences sur la respiration, il doit être convenablement purifié.

A l'état de pureté il est inodore, il brûle avec une flamme très-pâle, à peine visible; il est impropre à la combustion; c'est le plus léger de tous les corps connus. Cette propriété l'a fait employer par Charles à la construction des aérostats, le 27 août 1783.

En se combinant avec son demi-volume d'oxygène il produit de l'eau sans laisser de résidu; le mélange d'hydrogène et d'oxygène ou d'air en proportion convenable détone violemment par l'approche d'une bougie allumée, ou de l'étincelle électrique, ou du platine divisé.

L'hydrogène libre doit exister en petite quantité dans l'air, puisqu'il s'en produit dans l'acte de la respiration des animaux et qu'on en trouve dans leur estomac; il fait aussi partie des gaz dégagés dans certaines fermentations.

M. Boussingault a supposé qu'il se trouvait dans l'atmosphère à l'état d'hydrogène carboné.

Les effets de la respiration du gaz hydrogène n'ont pas été les mêmes chez tous les individus qui en ont fait usage. Scheele a respiré plusieurs fois ce gaz sans en éprouver la moindre incommodité; sir H. Davy et Fontana, au contraire, ont constaté sur eux-mêmes qu'il occasionne de graves accidents, et le chimiste anglais Brittau, en 1841, a été victime d'un essai semblable. Ayant respiré une grande quantité de ce gaz, il éprouva un malaise général suivi de stupéfaction complète et mourut en quelques heures. Deux ans avant sa triste mort, Pilâtre de Rosier respira une grande proportion d'hydrogène et enflamma ensuite à l'extrémité d'un tube le gaz expiré; mais il ne s'en tint pas là : après avoir respiré un mélange détonant, il voulut aussi l'enflammer à l'extrémité du tube, et l'explosion qui eut lieu lui causa une violente commotion dans la bouche qui faillit lui casser les dents. « Heureusement, dit-il, qu'il ne résulta de cet essai, » peut-être téméraire, qu'un étonnement pour moi, et une

» espèce d'admiration pour l'assemblée qui m'entourait.
» Madame et monseigneur le duc de Chartres ont exigé que
» je répétasse jusqu'à trois fois cette expérience (1). »

Maunoir, de Genève, respirait un jour avec Paul du gaz hydrogène. Après en avoir respiré une certaine dose, ils voulurent parler et furent alarmés du son de leur voix, qui était devenue faible et glapissante. On a voulu expliquer cela par la densité de l'hydrogène, dans lequel, d'après Leslie, les sons sont très-faibles.

Dans les fabriques de chlorure d'étain, les ouvriers perdent la voix : ce que l'on peut attribuer, d'après cela, à la grande quantité d'hydrogène produit dans les ateliers.

Allen et Pepys ont vu que les animaux auxquels on fait respirer un mélange d'hydrogène et d'oxygène, éprouvent de l'engourdissement et tombent dans un sommeil profond. S'il en est ainsi, ne pourrait-on pas essayer ce mélange comme anesthésique ?

MM. Regnault et Reiset, dans leur travail sur la respiration des animaux, ont posé la conclusion suivante :

« La respiration des animaux, au milieu d'une atmo-
» sphère où l'hydrogène remplace l'azote, se fait exacte-
» ment de la même manière que dans l'air atmosphérique
» normal. La consommation d'oxygène paraît seulement
» plus grande ; ce qui tient, probablement, à ce que l'ani-
» mal est obligé de respirer plus abondamment pour répa-
» rer une plus grande perte de chaleur qu'il fait au contact
» de l'hydrogène, dont le pouvoir refroidissant est beau-
» coup plus considérable que celui de l'azote. »

Azote.

Le professeur de botanique Rutherford a distingué le premier l'azote de l'acide carbonique avec lequel on le con-

(1) *Précis analytique des travaux de l'Académie de Rouen*, t. V, p. 109. — GIRARDIN, *Leçons de chimie élémentaire*, page 80.

fondait, et deux ans plus tard, en 1774, Lavoisier l'a signalé comme partie constituante de l'air. Appelé successivement *air vicié, air altéré, air méphitique*, *mofette, mofette atmosphérique, gaz* ou *air phlogistiqué, alcaligène, septon, thermazote, nitrogène,* il porte nom d'*azote* qui lui a été donné à la création de la nomenclature chimique. Ce gaz est impropre à la combustion et à la respiration; il n'agit pas comme toxique, mais seulement par privation d'oxygène. Il n'en est pas moins indispensable à l'entretien de la vie des animaux, en atténuant l'action trop irritante de l'oxygène.

Pendant longtemps on a cru que le sang absorbait de l'azote dans la respiration; mais Allen et Pepys ont constaté que des cochons d'Inde vivant dans une atmosphère de gaz hydrogène et d'oxygène, exhalent de l'azote, et que celui qu'on obtient ainsi dépasse quelquefois le volume de l'animal. Dulong et M. Despretz ont fait voir que, durant la respiration dans l'air ordinaire, le sang dégage toujours de l'azote, bien qu'en petite quantité.

Les expériences sur la respiration des animaux ont conduit MM. Regnault et Reiset à ces conclusions pour les animaux à sang chaud, mammifères et oiseaux :

« Lorsque ces animaux sont soumis à leur régime alimentaire habituel, ils dégagent toujours de l'azote; mais » la quantité de ce gaz exhalé est très-petite.... Lorsque les » animaux sont à l'inanition, ils absorbent souvent de » l'azote.... »

L'azote est plus léger que l'air, sa densité est égale à 0,972; il est très-peu soluble dans l'eau; il ne se combine pas directement avec les autres corps; il possède des propriétés négatives. On le retire habituellement de l'air atmosphérique dans lequel il entre pour les 79 centièmes environ.

Comme ce gaz est impropre à la respiration, et que l'oxygène peut facilement être absorbé, il nous paraît conve-

nable d'indiquer les principales circonstances qui le produisent.

Faisons d'abord remarquer que l'azote se dégage en abondance des eaux thermales sulfureuses. Gimbernat, qui a observé ce fait à Aix en Savoie, le croyait combiné au soufre; mais Anglada a fait voir qu'il sortait à peu près pur, et il a supposé qu'il provenait de l'air, dont le principe sulfureux de l'eau avait absorbé l'oxygène. Dans les sources thermales sulfureuses d'Olette (Pyrénées-Orientales), le dégagement d'azote est si tumultueux, que les observateurs non prévenus croient l'eau en pleine ébullition, quoique la température ne s'élève qu'à 75 ou 78 degrés.

On cite encore les sources de gaz azote de Labanon, dans le comté de Colombia, et celles du comté de Rensslaer, dans l'état de New-York. Le gaz paraît sortir d'entre les graviers qui forment le sol des sources; il s'échappe des parties sèches du sol environnant. En prenant une surface de gravier égale à 5 ou 6 pouces carrés, on peut, au moyen d'une bouteille, ou d'une cloche renversée, en recueillir environ un litre dans l'espace de dix secondes (1).

Le Dr Daubeny en a découvert en Irlande; ce gaz s'y échappe de deux sources qui sortent du calcaire carbonifère.

L'azote se forme toutes les fois que l'air est mis en contact de substances très-avides d'oxygène, comme le phosphore, le protoxyde de fer hydraté, les sulfures alcalins, la plupart des métaux chauffés, etc.

Il est donc facile de comprendre pourquoi l'atmosphère des mines ou des fosses d'aisances, est quelquefois en grande partie formée d'azote, et les asphyxies s'expliquent très-bien sans l'intervention de l'acide carbonique ou d'un autre gaz délétère.

---

(1) *The Edimbourg philosophical Journal*, 1823.

Protoxyde d'azote.

Le protoxyde d'azote, dont la découverte est due à Priestley, est un gaz incolore, inodore, d'une saveur douceâtre; sa densité est égale à 1,524. L'eau à 15 degrés en dissout la moitié de son volume. Ce gaz rallume une bougie présentant un point en ignition, et la combustion est presque aussi vive que dans l'oxygène. Cela tient à ce que le protoxyde d'azote se décompose au rouge en ses deux éléments oxygène et azote, et que la proportion d'oxygène est alors plus forte que dans l'air. Le protoxyde d'azote se distingue de l'oxygène par sa solubilité, qui est plus forte, ou par le phosphore, le potassium, le sulfure de baryum, qui ne changent pas son volume, tandis que ces corps, chauffés dans l'oxygène, l'absorbent entièrement.

Le protoxyde d'azote est formé de son volume d'azote et de son demi-volume d'oxygène; en effet

Densité de l'azote..............	0,972
Demi-densité de l'oxygène.......	0,552
Densité du protoxyde d'azote. ...	1,524

En absorbant l'oxygène, il doit donc rester un volume d'azote égal à celui du gaz soumis à l'expérience. Ce gaz se dégagerait, d'après M. Bauchef, par la fermentation du jus de tabac (*Annales d'Hygiène*, t. XXXIV, p. 291).

Les effets de la respiration du protoxyde d'azote n'ont pas été les mêmes chez les divers individus qui l'ont respiré. Humphry Davy, qui, dans l'Institution pneumatique du Dr Beddoes, était chargé d'étudier les propriétés chimiques des gaz, constata sur lui-même l'action de ce gaz, le 11 avril 1799; il fit de nombreux essais, et il publia le recueil de ses observations, d'où nous allons extraire quelques passages, cités par M. L. Figuier.

« Après avoir préalablement bouché mes narines et vidé » mes poumons, je respirai quatre quarts (4 litres, 4) con-

» tenus dans un petit sac de soie. La première impression
» consista dans une pesanteur de tête avec perte du mouve-
» ment volontaire; mais une demi-minute après, ayant
» continué les inspirations, ces symptômes diminuèrent
» peu à peu, et firent place à la sensation d'une faible pres-
» sion sur tous les muscles. J'éprouvais en même temps
» dans tout le corps une sorte de chatouillement agréable
» qui se faisait particulièrement sentir à la poitrine et aux
» extrémités. Les objets situés autour de moi me parais-
» saient éblouissants de lumière, et le sens de l'ouïe avait
» acquis un surcroît de finesse. Dans les dernières inspira-
» tions, ce chatouillement augmenta, je ressentis une
» exaltation toute particulière dans le pouvoir muscu-
» laire, et j'éprouvai un besoin irrésistible d'agir. »

Le gaz respiré était mélangé d'air.

Quelques jours après, Davy respira du protoxyde d'azote pur. « Je ressentis immédiatement, dit-il, une sensation
» s'étendant de la poitrine aux extrémités; j'éprouvais dans
» tous les membres comme une sorte d'exagération du sens
» du tact. Les impressions perçues par le sens de la vue
» étaient plus vives, j'entendais distinctement tous les
» bruits de la chambre, et j'avais très-bien conscience de
» tout ce qui m'environnait. Le plaisir augmentant par
» degrés, je perdis tout rapport avec le monde extérieur.
» Une suite de fraîches et rapides images passaient devant
» mes yeux; elles se liaient à des mots inconnus et for-
» maient des perceptions toutes nouvelles pour moi. J'exis-
» tais dans un monde à part; j'étais en train de faire des
» théories et des découvertes, quand je fus éveillé de cette
» extase délirante par le Dr Kinglake qui m'ôta le sac de la
» bouche. A la vue des personnes qui m'entouraient, j'é-
» prouvai d'abord un sentiment d'orgueil, mes impressions
» étaient sublimes, et pendant quelques minutes je me pro-
» menai dans l'appartement, indifférent à ce qui se disait

» autour de moi. Enfin, je m'écriai avec la foi la plus vive » et de l'accent le plus pénétré : Rien n'existe que la » pensée ; l'univers n'est composé que d'idées, d'impres- » sions, de plaisir et de souffrance (1). »

Davy fit disparaître une céphalalgie par l'inhalation du protoxyde d'azote, et il employa ce moyen pour apaiser une douleur causée par le percement d'une dent de sagesse ; aussi fit-il la remarque « qu'on pourrait probablement » employer avec avantage le protoxyde d'azote dans les » opérations de chirurgie qui ne s'accompagnent pas d'une » grande effusion de sang. »

On s'occupa beaucoup en Angleterre des effets physiologiques du protoxyde d'azote, qui reçut alors les noms de *gaz hilarant*, *gaz du paradis*, etc.

Proust, Vauquelin, Thenard répétèrent les essais de Davy, et en éprouvèrent un malaise inexprimable. « Je » me suis soumis aussi à une épreuve de ce genre, dit » Orfila ; le protoxyde d'azote sur lequel j'opérais était » parfaitement pur, et j'ai été bientôt obligé de suspendre » l'expérience. Des vertiges, un malaise inexprimable, » une vive chaleur dans la poitrine, tels sont les symp- » tômes que j'ai éprouvés, et qui ont amené une syncope » qui a duré six minutes (2).

Une société d'amateurs, à Toulouse, a confirmé en partie les résultats de Davy ; cependant quelques personnes ont perdu connaissance, ont ressenti une grande chaleur de poitrine, avec gonflement des veines, accélération du pouls, vertiges, éblouissements.

Berzélius ne remarqua rien autre chose que la saveur douce du gaz. A Kiel, quelques élèves de Pfaff ont éprouvé une espèce d'extase très-agréable.

M. Galtier, dans son *Traité de Toxicologie*, t. II, p. 731,

---

(1) L. Figuier, *Découvertes scientifiques*.

(2) *Traité de Toxicologie*, 5e édition, tome I, page 734.

dit qu'un de ses élèves, de la Havane, étant assis sur une chaise, après une forte expiration, inspira du protoxyde d'azote; bientôt après il se lève, prend la position d'un boxeur, le jarret tendu, les points serrés, les yeux hagards, brillants, saillants, sa face animée, au point qu'on ne put le maintenir qu'avec peine. Après quelques instants, il revint à lui, se plaignit que l'expérience eût trop peu duré, dit que les objets autour de lui lui avaient paru multipliés.

Terminons ces citations, qui pourraient être très-nombreuses, par l'observation de Zimmermann, qui a vu que la quantité d'acide carbonique expiré était plus grande chez lui et les lapins que dans l'état normal.

Nysten, en injectant le protoxyde d'azote dans les veines des animaux, a conclu :

1°. Qu'il se dissout avec la plus grande promptitude dans le sang veineux des animaux;

2°. Qu'injecté par quantités de 30 à 40 centimètres cubes, il ne donne lieu d'abord à aucun effet primitif notable; mais que si l'on multiplie les injections, surtout si l'on augmente les doses, il finit par produire sur le système nerveux des phénomènes analogues à ceux qu'il détermine lorsqu'on le respire en grande quantité, et que ces phénomènes peuvent être suivis de la mort, qui commence alors par le cerveau;

3°. Que, malgré la solubilité du gaz protoxyde d'azote, si l'on en injecte à la fois une très-grande quantité, par exemple 200 à 300 centimètres cubes, il détermine sur-le-champ la distension du cœur pulmonaire et la mort, qui, dans ce cas, commence par le cœur;

4°. Qu'injecté en quantité considérable, mais insuffisante pour produire des phénomènes nerveux mortels, et avec les précautions nécessaires pour ne pas donner lieu à la distension du cœur, il peut occasionner du chancellement dans la marche; mais que cet effet cesse prompte-

ment, et qu'il n'est suivi d'aucun accident conséeutif grave;

5°. Qu'il n'occasionne aucun changement apparent dans le sang artériel.

Voici les expériences que j'ai faites sur les animaux :

a. J'ai fait passer un moineau dans du protoxyde d'azote pur, il est tombé mort.

b. Dans une cloche placée sur le mercure, j'ai fait arriver 2 litres 880 d'air et 1 litre de protoxyde d'azote. Un moineau introduit dans ce mélange est tombé au bout de huit minutes, puis s'est ranimé, est redevenu gai et a cherché à voler; dix-huit minutes plus tard, il rend le grain par la bouche, puis sa respiration devient haletante, et il reste presque dans l'immobilité pendant vingt-cinq minutes; il enfle ensuite et vomit de nouveau.

Une heure après l'avoir introduit dans la cloche, l'air renfermait 5,1 pour 100 d'acide carbonique; on a alors enlevé une partie du gaz en faisant le vide dans la cloche, et on l'a remplacé par de l'oxygène; le moineau s'est réveillé après cinquante minutes, il est redevenu gai, et lorsqu'on a mis fin à l'expérience, le gaz contenait 5 pour 100 d'acide carbonique et 33 pour 100 d'oxygène. Le moineau une fois libre a paru dormir, il s'est ensuite rétabli.

c. Dans une cloche de 4 litres on a placé un cochon d'Inde sur un support pouvant monter et descendre; par la partie supérieure de la cloche, on a enlevé une portion de l'air, qui a été remplacé par le protoxyde d'azote, de telle sorte que le mélange contenait

Air................	80,1
Protoxyde d'azote.....	19,9

L'expérience ayant commencé à 1^h 55^m, le cochon d'Inde émet de l'urine alcaline à 2^h 15^m; à 2^h 35^m la respiration commence à s'effectuer avec peine. Le gaz contient alors 6,8 d'acide carbonique et 10,6 d'oxygène.

A $2^h 45^m$ on enlève 1 ½ litre de gaz que l'on remplace par un même volume de protoxyde d'azote ; la respiration devient plus active ; l'analyse indique 6,4 d'acide carbonique et 4 d'oxygène pour 100.

A $2^h 55^m$, l'animal tombe. On fait passer de la chaux éteinte sous la cloche, pour absorber l'acide carbonique, le cochon se ranime pour retomber aussitôt sur le côté gauche ; il paraît insensible, ses jambes sont raides, son œil terne, et on le croirait mort, si l'on n'apercevait les mouvements de l'abdomen.

A $3^h 20^m$, le gaz de la cloche renfermait 2 pour 100 d'oxygène ; à 4 heures on trouvait 2,3 pour 100. L'acide carbonique était absorbé à mesure de sa production par la chaux. On a alors soulevé la cloche, le cochon d'Inde était très-froid, il avait un tremblement général ; en le réchauffant, il est parfaitement revenu à lui. On voit donc qu'après être tombé il est resté pendant une heure en syncope dans une atmosphère ne contenant presque pas d'oxygène, et pendant tout ce temps il a produit de l'acide carbonique ; il faut donc que le protoxyde d'azote se soit décomposé.

d. Deux moineaux ont été introduits sous une cloche placée sur le mercure, dans laquelle on a fait arriver un mélange contenant

Protoxyde d'azote.	49
Air.	51
	100

La capacité de la cloche est de 3 litres 900 centimètres cubes. Les moineaux, mis en expérience à $2^h 30^m$, rendent le grain par la bouche après cinq minutes, puis paraissent gais et volent. De la chaux éteinte est introduite sous la cloche. A 3 heures ils commencent à être essoufflés et se gonflent par intervalles ; à $3^h 30^m$ toujours même état, le gaz de la cloche renferme 3,2 d'acide carbonique et 4,3 pour 100 d'oxygène ; à $3^h 35^m$ les moineaux tombent l'un après l'autre ; on ajoute environ 200 centimètres cubes d'oxygène,

ce qui rend leur respiration plus facile, et à $3^h 45^m$ l'un des moineaux se relève, paraît gai et vole; le gaz de la cloche renferme alors 4,0 d'acide carbonique et 11 pour 100 d'oxygène. A $4^h 22$ le deuxième moineau se remet sur ses pattes et revient insensiblement; à $4^h 35^m$ les deux volent, mais à $4^h 55^m$ ils paraissent de nouveau malades et on les rend à la liberté.

Le moineau qui est resté pendant une heure très-malade est mort peu après sa délivrance; un quart d'heure après il a été ouvert : son sang était noir; son cœur se contractait d'une manière extraordinaire par le moindre attouchement.

e. On a pris deux cloches exactement pareilles, de 3300 centimètres cubes, l'une contenant de l'air, l'autre un mélange d'air et de protoxyde d'azote dans les proportions suivantes:

Protoxyde d'azote......	21,8
Air................	78,2
	100,0

Dans la cloche remplie d'air le moineau, après une heure de séjour, avait produit 4,8 pour 100 d'acide carbonique; après deux heures on a trouvé 9,7 pour 100. Le moineau était très-souffrant et n'aurait pas vécu longtemps; on l'a retiré. Dans la cloche contenant le protoxyde d'azote, il y avait donc moins d'oxygène *libre* et le moineau a produit, après une heure, 7 pour 100 d'acide carbonique; il était mort après $1^h 55^m$ de séjour dans la cloche.

La mort du moineau dans le mélange de protoxyde d'azote et d'air peut s'expliquer par ce fait que l'acide carbonique s'étant produit plus vite que dans l'autre cloche, l'animal a eu moins de temps pour habituer ses organes. D'un autre côté, la proportion d'acide carbonique obtenue dans la cloche renfermant du protoxyde d'azote ferait admettre que ce dernier gaz n'a pas été étranger à sa formation.

f. Un moineau a été placé dans une cloche exactement pareille aux deux de l'expérience précédente et on y a in-

troduit un mélange formé de

Air.............	37,0	Azote...	29,2
		Oxygène.	7,8
Oxygène........	7,8		
Protoxyde d'azote.	55,2		
	100,0		

L'animal après deux heures est très-essoufflé; il peut cependant s'agiter dans la cloche; après 2h30m il est très-malade, le gaz de la cloche contient 9,5 d'acide carbonique et 5,1 d'oxygène. Cinq minutes après il tombe; on fait passer de la potasse sous la cloche, ce qui permet au moineau de respirer encore pendant une heure; de sorte que l'animal a vécu pendant trois heures vingt-cinq minutes, lorsque dans les deux expériences précédentes les moineaux n'avaient pas pu aller au delà de deux heures. La proportion d'oxygène libre était moindre que dans la cloche remplie d'air et à peu près la même que celle contenant 21 pour 100 de protoxyde d'azote.

Les expériences que je viens de rapporter me portent à admettre que le protoxyde d'azote se dédouble par la respiration en ses deux éléments, et nous avons vu dans la première partie comment je me rends compte de son action.

Le protoxyde d'azote, proposé par Horace Wels comme anesthésique en 1844, a été abandonné à cause de l'inconstance de ses effets. On lira avec intérêt ce qui a rapport au malheureux dentiste d'Hartford dans les *Découvertes scientifiques* de M. L. Figuier.

Hydrogène protocarboné (C^2H^4).

(Gaz des marais, gaz des acétates, formène, hydrure de methyle, grisou, terrou, gaz inflammable mofétisé.)

L'hydrogène protocarboné, que depuis quelques années seulement les chimistes savent préparer à l'état de pureté,

a été étudié par Volta (1798). C'est le gaz qui, s'échappant souvent du sein de la terre, de la vase des marais, dans les mines de houille, constitue les *feux naturels* connus depuis les temps les plus anciens, et de nos jours encore un objet de superstition dans les contrées peu civilisées.

En sortant de la terre, ce gaz s'allume quelquefois spontanément ou par l'approche d'un corps enflammé. M. de Humboldt a vu près de Cumana des flammes s'élever à plus de 30 mètres.

Les fontaines ardentes, les rivières inflammables, lui doivent leur origine. Les mines de houille ont leur *grisou*, *feu grisou* ou *terrou*, qui est de l'hydrogène protocarboné, mêlé souvent d'azote et d'acide carbonique. La vase des marais en laisse aussi dégager, associé à d'autres gaz. Il fait partie du gaz de l'éclairage.

Dans les macalubes de Xirbi, de Terrapilata et de Girgenti, MM. H. Sainte-Claire Deville et Leblanc ont trouvé de 94 à 98 pour 100 d'hydrogène protocarboné. A l'état de pureté, l'hydrogène protocarboné est incolore, sans odeur, ni saveur; sa densité est égale à 0,559; il est très-peu soluble dans l'eau. Il s'obtient par la décomposition des acétates en présence de la soude; de là son nom de *gaz des acétates*.

L'hydrogène protocarboné brûle avec une flamme pâle. Mêlé avec de l'air ou de l'oxygène, il détone fortement par l'approche d'une bougie enflammée ou par l'étincelle électrique.

Le gaz des marais C^2H^4 exige 2 fois son volume d'oxygène pour produire 1 volume d'acide carbonique et de l'eau. Ainsi

$$1 \text{ vol. gaz des marais} = \tfrac{1}{2} \text{ vol. vap. de carb.} + 2 \text{ vol. H.}$$

Lorsque l'on fait détoner 1 volume de gaz des marais avec 1 volume d'oxygène, le mélange n'a pas changé de volume et il s'est formé 1 volume d'oxyde de carbone et

1 volume d'hydrogène. Voilà donc un gaz qui, en détonant avec une quantité d'oxygène faible, donne naissance à un gaz très-vénéneux, et nous verrons plus loin l'importance de ce fait dans les explosions des mines de houille.

On admet généralement que le gaz des marais pur n'a pas d'action délétère, puisqu'il est respiré souvent par les mineurs sans en être incommodés.

Des animaux que j'ai introduits dans ce gaz mélangé d'air n'ont pas paru souffrants, toutes les fois que la proportion d'oxygène n'était pas trop faible et que l'acide carbonique était absorbé.

Dans une cloche de 840 centimètres cubes et contenant 25 pour 100 de gaz des marais et 75 d'air représentant 15,7 d'oxygène, un verdier, en vingt minutes, a absorbé presque tout l'oxygène; il a pu vivre dans une atmosphère ne contenant que 2 pour 100 d'oxygène.

Hydrogène bicarboné ($C^4 H^4$).

(Gaz oléfiant, bicarbure d'hydrogène, élayle, éthène, éthérène, hydrure d'acétyle.)

L'hydrogène bicarboné est un gaz liquéfiable qui ne se rencontre que très-rarement dans la nature; M. Bunsen l'a indiqué dans les produits des *salses* de la mer Caspienne, et M. Bischof dans des mines de houille, associé au gaz des marais et à l'azote. Il se produit toutes les fois que l'on soumet à la distillation sèche des matières organiques peu oxygénées. C'est à sa présence principalement que le gaz de l'éclairage doit son pouvoir éclairant; car à l'état de pureté il brûle avec une très-belle flamme blanche. Ce gaz est incolore, doué d'une légère odeur empyreumatique; sa densité est égale a 0,985; il est très-peu soluble dans l'eau. La chaleur et l'électricité le décomposent en ses éléments et en gaz des marais. Mêlé à l'air, il brûle avec détonation, par l'approche d'un corps enflammé. Un volume de ce gaz

est formé de 1 volume de vapeur de carbone et 2 volumes d'hydrogène et exige donc trois fois son volume d'oxygène pour être brûlé entièrement.

Le chlore se combine rapidement avec l'hydrogène bicarboné à la lumière diffuse et produit la liqueur des Hollandais, liquide oléagineux, bouillant à 82°,5, proposé dans ces dernières années comme anesthésique. Le nom de *gaz oléfiant*, sous lequel est encore désigné l'hydrogène bicarboné, lui a été donné par les quatre chimistes hollandais qui ont étudié ses propriétés en 1796.

Ce gaz s'obtient dans les laboratoires en traitant l'alcool par l'acide sulfurique, et purifiant le gaz par l'eau et la potasse. Je ferai observer cependant que la préparation n'est pas aussi simple que l'on croit généralement; dans certaines circonstances, il se produit en même temps de l'oxyde de carbone, dont il faut bien tenir compte si le gaz est employé à des expériences sur la respiration. L'analyse eudiométrique ne doit pas être négligée dans ce cas.

Les divers toxicologistes qui se sont occupés du gaz oléfiant ne sont pas d'accord sur les effets que ce gaz produit sur l'économie. Les applications du gaz de l'éclairage à l'industrie et à l'économie domestique sont si multipliées, qu'il me paraît convenable d'étudier attentivement l'action de chacun des gaz qui entrent dans sa composition habituelle, et nous avons déjà vu que le gaz oléfiant est un de ses principes constituants.

Sir Humphry Davy éprouva des étourdissements, du mal de tête, de la suffocation, des vertiges, etc., pour avoir respiré 2 parties d'air et 3 parties d'hydrogène bicarboné, *obtenu de la décomposition de l'eau par le charbon*.

Le mode de préparation de ce gaz expliquerait sans difficulté les effets que Davy a décrits, puisqu'il aurait respiré un mélange complexe renfermant plus ou moins d'oxyde de carbone. Mais faudrait-il même recourir à cette explication? Je ne le pense pas. Je suppose que le gaz dont a fait

usage le célèbre chimiste anglais fût parfaitement pur ; il n'aurait pas pu entretenir la vie ou il aurait produit un trouble qui aurait amené l'anesthésie, car son mélange renfermait 60 d'hydrogène bicarboné et 40 d'air ; ce qui ne représente que 8,3 pour 100 d'oxygène. L'expérience de Davy n'est donc pas concluante.

Nysten a considéré le gaz oléfiant comme non toxique par lui-même, en se basant sur ce qu'injecté dans les veines il ne produisait la mort des animaux que lorsque la proportion de gaz était assez forte pour distendre le cœur.

Christison et Turner prétendent avoir respiré sans inconvénient de l'air chargé d'hydrogène bicarboné ; mais en quelles proportions?

A l'occasion d'accidents suivis de mort produits par le gaz de l'éclairage, M. Tourdes a fait un grand nombre d'expériences qui l'ont amené à conclure que l'hydrogène bicarboné est délétère par lui-même ; Orfila et M. Devergie ont adopté son opinion. Citons quelques-unes des expériences relatées par l'éminent professeur de Strasbourg (1).

Un lapin, placé dans 3 litres d'air contenant un *cinquième* de son volume de gaz hydrogène bicarboné, éprouve de l'agitation au bout de neuf minutes, puis de l'immobilité ; on le retire à une heure assez malade. Un autre lapin respire dans une atmosphère composée de 1^{lit},50 d'air mêlé d'un *cinquième* de gaz bicarboné ; à neuf minutes, agitation, tombe sur le flanc, meurt en trente et une minutes ; sang coagulé. Lapin (n° 34), 1^{lit},50 de gaz, proportion d'un *dixième*. A douze minutes, tombe ; à quinze, convulsions ; retiré à trente-six minutes, malade, mais pouvant se tenir sur ses pattes. Lapin (n° 35), 1 litre de gaz, proportion d'un *quinzième*. A vingt-sept minutes, mouvements convulsifs, puis immobilité ; retiré à cin-

(1) Tourdes, *Relation médicale des asphyxies par le gaz de l'éclairage*. Strasbourg, 1841.

quante-six minutes; se tenant sur ses pattes; malade, mais peu gravement.

Pigeons, un *neuvième*; fortes convulsions en deux minutes, retirés très-malades à six minutes; se rétablissent vite. Un *vingt-cinquième;* à douze minutes le pigeon se débat, tombe, se relève: à cinquante-cinq minutes, convulsions; à une heure douze minutes, retiré de la cloche, se ranime très-promptement.

En présence d'opinions si diverses, j'ai, de mon côté, fait quelques essais.

a. Dans une cloche de 4 litres, placée sur le mercure, on a fait arriver un mélange formé de 70 d'air et 30 de gaz oléfiant; on y a introduit un cochon d'Inde du poids de 218 grammes. Après trente minutes de séjour, l'animal est tombé asphyxié; le gaz de la cloche contenait alors 4,5 pour 100 d'acide carbonique, et 7,8 d'oxygène. On a fait passer de la potasse sous la cloche et le cochon est revenu à lui; en le retirant de la cloche, il était très-froid, mais il s'est réchauffé très-vite et s'est parfaitement rétabli.

b. Sous une cloche de la capacité de 2 litres 200 centimètres cubes, et remplie d'air, contenant 18 pour 100 de gaz oléfiant, on a placé un moineau; il a d'abord été étourdi, puis il s'est ranimé et n'a pas paru souffrant. Après quarante minutes, sa respiration estdevenue haletante; vingt-cinq minutes plus tard, il éprouvait du malaise; il se gonflait et le gaz de la cloche renfermait 8,6 d'acide carbonique et 6,3 pour 100 d'oxygène; dix-neuf minutes plus tard, le moineau est tombé mort dans une atmosphère renfermant 9 pour 100 d'acide carbonique et 6 d'oxygène. L'animal a donc vécu une heure dix-neuf minutes dans une capacité de 2 litres, contenant 18 pour 100 de gaz oléfiant; il n'est mort qu'asphyxié par l'acide carbonique.

c. On a introduit un verdier sous une cloche contenant 500 centimètres cubes d'air et 370 centimètres cubes d'hydrogène bicarboné ou 42 pour 100; le verdier est tombé

dès qu'il a été dans le gaz, puis il s'est ranimé. Au bout d'une demi-heure, il a été retiré et s'est parfaitement remis; le gaz de la cloche contenait 4,1 pour 100 d'acide carbonique et 7,3 d'oxygène.

d. Un cochon d'Inde et un moineau ont été introduits dans une cloche remplie d'oxygène; on a fait le vide de manière à faire remonter les deux animaux jusqu'à la partie supérieure de la cloche, et on a fait redescendre le mercure par l'introduction du gaz oléfiant pur; les animaux ayant été suffoqués, on a enlevé une partie du gaz, qui a été remplacée par de l'oxygène; le cochon d'Inde et le moineau sont revenus immédiatement à eux. Une demi-heure après leur incarcération, ils ont produit 10,9 pour 100 d'acide carbonique, et leur respiration est gênée; la potasse introduite sous la cloche a produit un très-bon effet sur les animaux; mais, une heure après, le moineau étant tombé, on a retiré le cochon d'Inde, qui s'est rétabli promptement. Le verdier était très-injecté. Le mélange de la cloche, de la capacité de 2 litres, renfermait près de 60 pour 100 de gaz oléfiant.

e. Une cloche de 900 centimètres cubes de capacité a été remplie d'oxygène; on y a placé un verdier sur un godet contenant un fragment de potasse caustique, après avoir chassé la moitié de l'oxygène (mêlé d'air). On a fait arriver du gaz oléfiant. L'animal est devenu furieux, cherchant à mordre le vase et la toile métallique sur laquelle il reposait ses pattes; il est devenu rapidement malade et a renversé la tête comme s'il était mort. Une partie du gaz ayant été enlevée a été remplacée par de l'oxygène; le verdier a commencé à respirer, puis a ouvert les yeux et s'est parfaitement remis. En mettant fin à cette expérience, on a pris du gaz de la cloche qui contenait

Acide carbonique......	6,5
Oxygène.............	58,0
Hydrogène bicarboné...	22,4
Azote...............	13,1

Le fragment de potasse n'absorbait pas assez vite l'acide carbonique. L'effet produit par l'introduction du gaz oléfiant peut tenir à ce que le verdier avait déjà respiré dans une atmosphère d'oxygène et que le changement de gaz a été brusque. Peut-être l'hydrogène bicarboné n'était-il pas *totalement* exempt d'oxyde de carbone; il provenait d'une préparation différente du gaz employé pour les expériences *a*, *b*, *c*, *d*.

f. Plusieurs expériences tentées avec du gaz préparé avec de l'alcool rectifié et de l'acide sulfurique pur m'ont donné des résultats très-surprenants; les animaux tombaient morts presque instantanément; leur corps était injecté, leur sang vermeil. J'ai alors fait l'analyse eudiométrique du gaz employé et je l'ai trouvé formé de 34 gaz oléfiant et 66 pour 100 oxyde de carbone; une portion de gaz recueillie au milieu de l'opération contenait 57 pour 100 gaz oléfiant et 43 oxyde de carbone. Ce gaz brûlait avec une flamme bleue et était en partie absorbé par le protochlorure de cuivre ammoniacal; il était insoluble dans l'eau. Cette énorme production d'oxyde de carbone m'a beaucoup étonné, et je signale ce fait pour que les expérimentateurs se tiennent en garde contre une pareille formation.

De l'ensemble de toutes les expériences mentionnées plus haut, on peut conclure que l'*hydrogène bicarboné pur* n'est pas délétère et qu'il peut être respiré sans inconvénient en proportions assez fortes mêlé avec de l'air ou de l'oxygène. Il paraîtrait aussi agir comme anesthésique.

Les autres carbures d'hydrogène, tels que le gaz de Faraday, le propylène, même l'amylène de M. Balard, doivent se comporter comme le gaz oléfiant.

II. — Gaz irritants.

Chlore.

(Acide marin déphlogistiqué, acide muriatique oxygéné, chlorine.)

Le chlore se distingue de tous les gaz que nous avons examinés par sa couleur jaune-verdâtre. Glauber a entrevu son existence, car il dit qu'en distillant l'esprit de sel sur des chaux métalliques il obtenait « un esprit couleur de feu, qui passe dans le récipient, et qui dissout les métaux et presque tous les minéraux. » Il l'appelle *huile* ou *esprit de sel rectifié* (1). Schéele l'a découvert en 1774 en traitant la magnésie noire (peroxyde de manganèse) par l'acide muriatique, et il en a décrit les propriétés d'une manière complète, sous le nom d'*acide marin* ou *muriatique déphlogistiqué*. Il n'a été reconnu corps simple qu'en 1811, par Gay-Lussac, Thenard et H. Davy.

Le chlore a pour densité 2,44; il est facilement liquéfiable, et M. Bussy est parvenu à le solidifier. Un volume d'eau dissout, en maximum, 3 volumes de chlore (à 8 degrés) et se colore en jaune verdâtre; la dissolution aqueuse s'altère très-rapidement, surtout à la lumière.

Ce corps a une très-grande affinité pour l'hydrogène, qu'il enlève même de ses combinaisons. C'est en raison de cette propriété qu'il détruit les matières colorantes et les miasmes répandus dans l'atmosphère. Guyton-Morveau, dans son *Traité des moyens de désinfecter l'air*, rapporte un grand nombre d'expériences entreprises pour détruire, au moyen du chlore, les miasmes et purifier les lieux infectés par des maladies contagieuses. Le chlore a été employé par Hallé, Fourcroy, Cruickshank, Dizé, The-

(1) Hœfer, *Histoire de la Chimie*, tome II, page 195.

nard, etc., pour désinfecter les salles de dissection, les caveaux funéraires, combattre les épidémies, l'épizootie, etc.

En 1807, Masuyer proposa le chlorure de chaux, de préférence au chlore, pour désinfecter l'air; mais c'est surtout depuis 1822 que, grâce à Labarraque, les chlorures désinfectants ont à peu près remplacé le chlore dans les applications hygiéniques.

Plus tard, M. Chevalier, dont le nom est attaché à toutes les questions de salubrité, en a étendu les usages, et MM. d'Arcet et Gaultier de Claubry ont fait voir que la décomposition du chlorure de chaux à l'air est due à l'acide carbonique atmosphérique. Les chlorures désinfectants agissent donc comme le chlore, mais d'une manière plus lente et plus prolongée.

L'action que le chlore gazeux exerce sur l'économie est très-énergique, et il n'est pas de chimiste qui n'en ait plus ou moins ressenti les effets. Lorsqu'on le respire, il produit une toux sèche, suffocante, un serrement de poitrine, une grande difficulté de respirer et de parler; il détermine la sécrétion de mucosités par la bouche et un coryza violent; quelquefois la face se gonfle, les yeux deviennent saillants, on crache le sang, on est pris par la fièvre, et la mort s'ensuit. Pelletier père, et Roë, chimiste irlandais, ont été victimes de ce gaz.

Le Dr Christison, dans son *Traité des Poisons*, p. 697, rapporte qu'un fabricant de produits chimiques, en Irlande, ne pouvait rester que quelques instants dans une atmosphère contenant du chlore, tandis que ses ouvriers y passaient la journée; ils prenaient du carbonate de chaux pour neutraliser les effets des acides produits dans leur estomac; ils maigrissaient tous, mais leur vie n'était pas abrégée; car il en est qui sont restés quarante ans dans la fabrique et ont vécu jusqu'à quatre-vingts ans.

Dans les laboratoires on absorbe le chlore en répandant autour des appareils de l'ammoniaque ou un lait de chaux.

On a conseillé de faire prendre aux personnes qui ont respiré du chlore, quelques gouttes d'ammoniaque sur du sucre ou bien de leur faire avaler du sucre trempé dans l'eau-de-vie.

En injectant du chlore dans les veines jugulaires des chiens, Nysten a vu périr les animaux en quelques minutes après des cris de souffrance. Injecté dans la plèvre droite d'un chien, le chlore a produit de l'agitation, des éjections d'urine, des tremblements, de la tristesse. Mis à mort le troisième jour, le chien avait les plèvres recouvertes de fausses membranes et son cœur contenait des concrétions d'apparence gélatineuse.

Nysten croit que le chlore n'est pas absorbé quand on le respire pur et qu'il ne paraît agir qu'en irritant localement les bronches. Son action est si énergique, que l'animal meurt avant de pouvoir être asphyxié par le sang noir.

Le Dr Williams Wallace (1) a étudié l'action du chlore sur l'homme en exposant la peau, dans un appareil approprié, à un mélange d'air, de chlore et de vapeur d'eau à la température de 40 degrés; les effets de démangeaison, de chaleur, de transpiration, etc., qu'il décrit me paraissent tenir à la formation d'acide chlorhydrique; car j'ai ressenti souvent une grande partie des phénomènes annoncés dans la préparation de l'acide chlorhydrique gazeux.

Traitement. — On peut appliquer celui des acides irritants et combattre d'abord les effets du chlore en faisant respirer *avec précaution* de l'acide sulfhydrique, ou en administrant de l'eau albumineuse si le chlore a été pris à l'état liquide; l'eau sulfureuse nous paraît, dans ce cas, devoir être employée.

---

(1) *Archives générales de Médecine*, tome V, page 118.

Acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, fluorhydrique.

Les gaz qui constituent cette classe sont très-solubles dans l'eau, fumants à l'air, très-acides et agissant comme tels sur l'économie. Parmi eux, les acides bromhydrique et iodhydrique ne se trouvent que dans les laboratoires, et encore très-rarement; ils sont sans utilité, et leur dissolution s'altère rapidement; il n'est donc pas nécessaire de s'en occuper.

Quant à l'acide fluorhydrique, il est employé pour attaquer les silicates et pour la gravure sur le verre. Ce gaz a tant d'avidité pour l'eau et une fois hydraté il attaque si énergiquement les corps avec lesquels il est en contact, que c'est à peine si on le connaît comme gaz. Ce corps ne doit être manié qu'avec une excessive réserve, car c'est peut-être le poison le plus corrosif; la peau est attaquée avec une violence incroyable par ce corps à l'état gazeux ou en dissolution. La plus petite quantité déposée sur une partie du corps fait naître instantanément des douleurs très-vives, et il se produit des ampoules qui se remplissent de pus; aussi recommande-t-on de se servir de gants en caoutchouc lorsqu'on a à manier ce corps. L'année dernière, mon garçon de laboratoire ayant répandu quelques gouttes d'acide fluorhydrique concentré sur une de ses mains, éprouva immédiatement de vives cuissons; malgré les soins qui lui furent aussitôt prodigués, son bras enfla considérablement et il fut obligé pendant quarante-huit heures de le conserver dans l'eau froide pour calmer la douleur. La fièvre ne le quitta pas; sa main fut couverte d'ampoules qui persistèrent plusieurs jours.

Il n'est pas possible qu'un empoisonnement ait lieu par l'acide fluorhydrique gazeux; ce corps aurait exercé ses ravages avant d'arriver aux poumons. Les traces qu'il laisserait seraient facilement reconnaissables; son maniement

est si dangereux, qu'on n'a pas à craindre qu'il serve d'intrument de crime.

L'acide chlorhydrique gazeux agit avec beaucoup moins d'énergie que le précédent; tous les jours on est exposé dans les laboratoires à respirer de l'air contenant de l'acide chlorhydrique sans en éprouver le moindre danger; on sent seulement à la gorge un picotement qui provoque la toux. Dans les fabriques de sulfate de soude, les ouvriers vivent dans de l'air chargé d'acide chlorhydrique. Ce gaz, en effet, est si soluble, qu'il ne peut pénétrer qu'avec difficulté dans les organes respiratoires.

Un grand nombre d'empoisonnements par l'acide chlorhydrique liquide sont cités dans les ouvrages spéciaux; mais ils se taisent relativement à l'acide gazeux. Aussi je croirais sortir du cadre qui m'est tracé si je m'arrêtais plus longtemps sur ce corps. Je dirai seulement que les acides de cette classe sont aisés à reconnaître pour un expert habitué aux opérations analytiques.

Acide sulfureux (SO^2).

Le soufre, en brûlant dans l'oxygène ou dans l'air, donne naissance à un gaz dont l'odeur suffocante caractérise l'acide sulfureux.

Ce corps, préparé par Libavius en brûlant du soufre à l'air et en condensant les vapeurs dans l'eau, a été étudié par Lavoisier, qui en a indiqué la composition.

L'acide sulfureux, très-soluble dans l'eau, est incolore, facilement liquéfiable à — 15 degrés sous la pression ordinaire; sa densité est égale à 2, 234; il est impropre à la combustion; il absorbe rapidement l'oxygène en présence de l'humidité et passe à l'état d'acide sulfurique. Cette transformation s'opère encore sous l'influence du chlore ou de l'acide azotique. L'hydrogène naissant le transforme en acide sulfhydrique et en eau, $SO^2 + 3H = HS + 2HO$, et

cette propriété peut être mise à profit pour la recherche de ce gaz.

L'acide sulfureux est absorbé par la potasse, le borax, le bioxyde de manganèse et l'oxyde puce de plomb.

L'acide sulfureux est formé de son volume d'oxygène et de $\frac{1}{6}$ de volume de vapeur de soufre. Il se produit par la combustion du soufre, la désoxydation de l'acide sulfurique, etc.

Ce gaz est très-employé dans l'industrie de l'acide sulfurique ou pour le blanchiment des étoffes de nature animale; il a été proposé depuis deux siècles par Glauber (1659) pour combattre la gale, et d'Arcet a indiqué des appareils à fumigations assez connus pour que je me dispense de les décrire.

L'acide sulfureux est aussi utilisé pour assainir les lazarets, les vaisseaux, pour désinfecter les hardes de certains malades; déjà du temps de Pline on purifiait les maisons en y brûlant du soufre.

L'acide sulfureux se dégage en abondance des volcans en activité, et peut occasionner la mort des personnes qui s'en rapprochent trop; MM. Ch. Sainte-Claire Deville et Leblanc ont constaté que, dans les fumerolles sulfureuses du cône de Vulcano, les gaz en certains moments ne sont formés que de vapeur d'eau et d'acide sulfureux.

L'action de l'acide sulfureux sur l'économie ne paraît pas très-funeste si le gaz n'est pas introduit directement dans les poumons ou dans le sang, et les fumigations sulfureuses en seraient la preuve. Respiré, au contraire, il provoque la toux, l'éternument, cause une oppression très-douloureuse, et l'on prétend que les ouvriers exposés à l'action de ce gaz éprouvent de la céphalalgie, des ophthalmies, des tremblements, des mouvements spasmodiques du larynx et une sorte d'asthme sec et convulsif. On voit cependant des ouvriers attachés depuis longues années à des fabriques produisant de l'acide sulfureux, exempts de toute incommodité. Leurs organes se sont-ils habitués, ou bien sont-ils insen-

sibles à l'action de ce gaz, comme cela se constate pour d'autres industries?

L'acide sulfureux produit la suffocation et même l'asphyxie; parmi les nombreuses victimes de ce gaz, on cite la mort de Pline le naturaliste, le 24 août de l'année 79 pe l'ère chrétienne; celle du joueur de cor Lebrun. D'après Fourcroy, les personnes suffoquées par les vapeurs sulfureuses ont les poumons ratatinés et desséchés.

Les animaux plongés daus l'acide sulfureux périssent souvent en moins d'une minute. La facilité avec laquelle l'acide sulfureux s'empare de l'oxygène humide, pourrait faire supposer que ce gaz agit de deux manières : premièrement en empêchant l'hématose, secondement en coagulant le sang; mais il n'est pas nécessaire de recourir à cette double action lorsqu'on est plongé dans une atmosphère chargée d'acide sulfureux, car alors la suffocation peut être assez forte pour produire l'asphyxie.

Traitement. — Celui des empoisonnements par les acides irritants.

Si l'on avait à rechercher l'acide sulfureux dans un cas d'empoisonnement, on devrait se baser sur l'odeur du gaz et la propriété qu'il a d'être absorbé par la potasse, le bioxyde de plomb, le peroxyde de manganèse, etc. On pourrait aussi mettre en pratique le procédé de M. Chevreul pour la recherche de cet acide dans les eaux. L'acide pourrait déjà être transformé en acide sulfurique; il serait donc impossible d'indiquer ici les diverses questions que l'expert aurait à résoudre.

Gaz ammoniac (AzH^3).

(Alcali volatil.)

L'ammoniaque est un gaz incolore, d'une odeur vive et suffocante, déterminant le larmoiement; c'est un gaz liquéfiable et solidifiable. Une chaleur intense et les étincelles électriques le dédoublent en azote et en hydrogène, et Berthollet fils a fait voir que 1 volume d'ammoniaque

donne 1 volume d'azote et 1 $\frac{1}{2}$ volume d'hydrogène; sa densité est égale à 0,591.

L'ammoniaque en présence du charbon, à une température élevée, produit du cyanhydrate d'ammoniaque et de l'hydrogène; le chlore le transforme en acide chlorhydrique et en azote. Le gaz ammoniac éteint les corps en combustion. C'est un des gaz les plus solubles dans l'eau, et c'est ordinairement sa dissolution qui est employée sous le nom d'*ammoniaque* ou d'*alcali volatil*. Les gaz n'ayant pas d'action chimique sur l'ammoniaque le remplacent dans les dissolutions, et cette propriété est d'une application continuelle dans la nature.

L'ammoniaque en dissolution dans l'eau joue un grand rôle dans l'industrie; elle est employée aussi en médecine; elle agit comme excitant, rubéfiant et même comme caustique (eau de Luce, liniment ammoniacal, baume Opodeldoch, pommade de Gondret). A l'état gazeux, il répand des vapeurs blanches par l'approche de l'acide chlorhydrique; il est alcalin, et avant les travaux de M. Wurtz on ne connaissait que ce gaz jouissant de cette propriété.

Ce corps est très-répandu dans la nature; il se rencontre constamment dans l'atmosphère, dans les eaux pluviales, dans tous les corps poreux ou acides exposés à l'air. L'ammoniaque accompagne le plus souvent les affections morbides; il est un produit constant de toutes les matières animales en décomposition; toutes les fois qu'un corps azoté est soumis à l'action de la potasse à une température élevée, l'azote est éliminé à l'état d'ammoniaque.

D'après MM. Viale et Latini, l'ammoniaque se produirait par l'acte de la respiration; un homme en fournirait en vingt-quatre heures $0^{gr},76$ ou 278 grammes par an. D'un autre côté, MM. Regnault et Reiset n'ont pu constater sa présence dans les produits de la respiration des animaux.

L'ammoniaque liquide utilisé pour combattre les effets de l'ivresse ou pour réveiller la sensibilité dans les cas d'as-

phyxie, de syncope ou d'épilepsie, a souvent occasionné des accidents graves suivis quelquefois de mort.

Le gaz ammoniac étant facilement déplacé de sa dissolution, il en résulte qu'en répandant de l'ammoniaque liquide dans l'air, celui-ci sera vite saturé de gaz et que les animaux plongés dans cette atmosphère en ressentiront les effets sur les organes respiratoires. C'est ainsi qu'ont eu lieu quelques empoisonnements. Mais généralement l'ammoniaque, comme instrument de suicide ou d'homicide, est employé à l'état liquide. Dans le curage des égouts ou la vidange des fosses, il peut être cause d'asphyxie. A l'état gazeux, il agit très-vite sur les oiseaux : $\frac{1}{50}$ dans l'air suffit pour les tuer, après une vive agitation. Un chien placé dans une boîte dont l'atmosphère était composée de 1 partie de gaz ammoniac et de 9 parties d'air a été rapidement atteint; il y a eu excrétion involontaire d'urine; du sang spumeux s'est échappé par les narines et la bouche; yeux rouges et larmoyants; cinq minutes après, convulsions tétaniques; retiré de la boîte quinze minutes après le commencement de l'expérience, il reste couché comme mort; respiration stertoreuse; sensibilité presque abolie; mort dans la nuit. (ORFILA *neveu*.)

Nysten a attribué la mort d'un médecin qui avait respiré et avalé de l'ammoniaque à une inflammation aiguë de la membrane muqueuse du larynx et des bronches. (*Gazette de Santé*, 21 mai 1816.)

Martinet, Huxham, Haller, etc., rapportent des cas dans lesquels l'ammoniaque liquide a occasionné la mort dans l'espace de quelques minutes, après avoir brûlé les lèvres, la langue, le palais, etc., et avoir déterminé des hémorragies des instestins, du nez. (*Toxicologie d'Orfila*, tome I[er], page 325.)

Le chiens auxquels on injecte de l'ammoniaque dans la veine jugulaire meurent généralement en présentant des accidents inflammatoires.

Sylvius, vers le milieu du XVIIe siècle, avait fait observer que l'ammoniaque injecté dans les veines tient le sang dans un état de fluidité anormale, s'oppose à la coagulation, en présentant les symptômes de la peste (*Praxis medica*, append., tract. II, §§ 55, 56 et suiv.)

Que l'ammoniaque ait été employé à l'état gazeux, ou injecté dans les veines, ou introduit par l'estomac, ses effets généraux sont les mêmes : inflammation, cautérisation des membranes muqueuses avec hémorragie, soif vive, selles involontaires, respiration fréquente, etc.; excitation du système nerveux, sang liquide à l'autopsie.

Traitement. — Agir rapidement pour combattre le développement des symptômes nerveux.

Bioxyde d'azote (AzO^2).

Le bioxyde d'azote prend naissance, comme l'a observé Priestley le 4 juin 1772, toutes les fois que le cuivre est en contact de l'acide azotique : de là le nom d'*air nitreux*.

La plupart des autres métaux produisent la même réaction; mais si l'action a lieu à l'air, on voit se former des vapeurs rutilantes d'acide hypoazotique résultant de l'absorption de l'oxygène de l'air par le bioxyde d'azote. Ce gaz ne peut donc être obtenu qu'à l'abri de l'oxygène, et cette propriété suffit pour voir qu'il ne pourra jamais être respiré pur.

Le bioxyde d'azote est incolore; sa densité est égale à 1,039. L'eau en dissout $\frac{1}{20}$ de son volume. Sa composition est représentée par AzO^2, et, comme il est plus stable que le protoxyde AzO, il est moins propre à la combustion, quoiqu'il renferme plus d'oxygène.

Ce gaz est complétement neutre et ne devient acide qu'en présence de l'oxygène humide; il est absorbé par le sulfate de protoxyde de fer, et cette propriété est mise à profit dans les analyses pour le séparer des autres gaz.

Un volume de bioxyde d'azote est formé de $\frac{1}{2}$ volume d'azote et $\frac{1}{2}$ volume d'oxygène.

Le bioxyde d'azote se transformant immédiatement en acide hypoazotique dès qu'il a le contact de l'air ou de l'oxygène, il est difficile, sinon impossible, de connaître son action sur les animaux. Des expériences directes ont néanmoins été tentées, et Priestley a vu que des poissons pouvaient vivre quelques minutes dans de l'eau privée d'air et contenant du bioxyde d'azote. L'eau, en dissolvant ensuite de l'air, faisait périr les poissons. Davy éprouva un sentiment de brûlure à la gorge avec constriction de la glotte pour avoir respiré de ce gaz. En injectant du bioxyde d'azote dans les veines des chiens, Nysten a constaté que ces animaux mouraient plus ou moins rapidement, selon la quantité de gaz injectée, en présentant les symptômes suivants : toux, respiration difficile, plaintes, pouls petit, faiblesse des membres, refroidissement marqué, râle.

Un verdier que j'ai introduit sous une cloche de bioxyde d'azote pur est mort instantanément. Son sang était noir, son corps était livide.

Dans une cloche sur le mercure, j'ai fait arriver un mélange d'hydrogène et de bioxyde d'azote renfermant 18 pour 100 de ce dernier ; j'y ai introduit un verdier qui est tombé en quelques secondes dans des convulsions. Retiré immédiatement, il n'a pu être sauvé. La couleur de son corps était un peu plus rouge que celui tué par le bioxyde pur.

Le bioxyde d'azote doit se transformer en acide hypoazotique en absorbant l'oxygène nécessaire à l'hématose, et produire, par suite, l'asphyxie. Telle me paraît être la première phase de son action ; quant à la seconde, elle s'explique par l'action que l'eau exerce sur l'acide hypoazotique, qui produit alors de l'acide azotique.

Il peut y avoir simultanéité dans cette action, comme il est facile de le voir. En effet, le bioxyde d'azote, en absor-

bant l'oxygène, se transforme en acide hypoazotique

$$AzO^2 + 2O = AzO^4.$$

L'acide hypoazotique, en présence de l'eau, se change en acide azotique et en bioxyde d'azote

$$3\,AzO^4 + n\,HO = 2\,AzO^5,\ n\,HO + AzO^2.$$

Le bioxyde formé, en absorbant une nouvelle proportion d'oxygène, repasse à l'état d'acide hypoazotique jusqu'à ce que tout soit transformé en acide azotique.

Ceci admis, je n'ai rien à ajouter pour ce qui concerne l'acide hypoazotique. Tous les ouvrages de toxicologie indiquent les lésions produites par l'acide azotique et les moyens de constater la présence de cet acide dans les organes.

En résumé, je crois que le bioxyde d'azote agit sur les animaux de deux manières : premièrement, en absorbant l'oxygène; secondement, en produisant des lésions dues à sa transformation en acide azotique.

III. — Gaz délétères.

Acide carbonique (CO^2).

(Gaz ou esprit sylvestre; acide aérien ou atmosphérique; acide crayeux.)

L'acide carbonique était connu de Van Helmont; il a été étudié plus tard par Bergmann sous le nom d'*acide aérien* ou *atmosphérique*. Les expériences qu'il indique dans ses opuscules sont admirables de précision. Sa composition a été établie par Lavoisier.

L'acide carbonique est gazeux, incolore, a une saveur aigrelette. Sa densité est représentée par 1,529; il peut être liquéfié et solidifié. L'eau dissout son volume d'acide carbonique. Ce gaz est impropre à la combustion et à la respiration ; il se produit dans un grand nombre de circon-

stances, qui n'avaient pas échappé à Van Helmont. La fermentation alcoolique, la respiration des animaux, la combustion du charbon, etc., en produisent de grandes quantités, qui peuvent encore être négligées si on les compare aux innombrables et abondants dégagements qui se rencontrent sur presque tous les points du globe. Aussi l'air en contient-il une petite proportion, que l'on constate, comme l'a fait Bergmann, au moyen de l'eau de chaux. L'acide carbonique est formé de son volume d'oxygène et $\frac{1}{2}$ volume de vapeur de carbone. En passant sur des charbons ardents, il se change en oxyde de carbone en doublant de volume.

L'acide carbonique se distingue de l'azote par sa solubilité et par la propriété qu'il a d'être absorbé par les dissolutions alcalines.

Les dégagements nombreux d'acide carbonique du sein de la terre ont bien souvent causé des accidents, et l'on pourrait citer des milliers d'asphyxies occasionnées par ce gaz. Il ne faut pas oublier que la densité de ce corps permet quelquefois à certains animaux de pénétrer dans des lieux où d'autres plus petits tomberaient immédiatement. C'est ainsi que dans le puits ouvert à Pyrmont en 1717, la couche méphitique excède rarement la hauteur d'un pied. De là vient, dit Bergmann, que les oies qui ont le col très-long peuvent nager à la surface de l'eau sans en être incommodées. Il en est de même des vapeurs des cavernes dans le voisinage des sources de Schwalbat, dans la grotte du Chien, dans la source de Montpensier, en Auvergne, qui faillit asphyxier d'Arcet.

En raison de l'importance de l'acide carbonique, du rôle qu'il joue dans l'acte de la respiration des plantes et des animaux et dans la combustion, nous allons nous y arrêter avec quelques détails. Rapportons d'abord les expériences faites par Bergmann, qui nous dispenseront d'en indiquer

de plus récentes, car elles sont décrites avec beaucoup de soin (1).

« Lorsqu'on introduit l'air fixe, l'animal regarde autour » de lui avec inquiétude pour chercher à sortir; il com- » mence ensuite à respirer avec peine; le globe de l'œil se » gonfle; tous les sens s'affaiblissent, et il expire dans une » espèce d'assoupissement. En retardant le passage de l'air » fixe, on retarde presque à volonté la mort de l'animal. Il » y a néanmoins des différences par rapport aux différents » animaux, à leur âge et à leur vigueur. Les oiseaux y pé- » rissent communément plus tôt que les chiens, et ceux-ci » plus tôt que les chats; les amphibies y vivent plus long- » temps, et les insectes y résistent opiniâtrément. A l'égard » de l'âge, les plus jeunes, ceux qui sont à peine adultes, » n'y meurent pas aussi promptement, surtout s'ils y ont » été accoutumés insensiblement; car ceux que l'on a re- » tirés au moment de l'agonie pour les exposer à l'air libre, » et qui ont été ainsi conservés à la vie, ne sont pas aussitôt » suffoqués par ce fluide que ceux que l'on y plonge pour » la première fois. Après la mort, on trouve les poumons » un peu affaissés; ils ne se précipitent pas dans l'eau » comme ceux qu'on a fait périr dans le vide, mais ils sur- » nagent, et l'on remarque en plusieurs endroits des traces » d'inflammation. Le tronc de l'artère pulmonaire, le ven- » tricule droit du cœur avec son oreillette, la veine cave, » les jugulaires, les vaisseaux du cerveau, sont remplis de » sang, et je l'ai vu plus d'une fois dur et en forme de » concrétion polypeuse dans le ventricule droit. Les veines » pulmonaires, l'aorte, le ventricule gauche du cœur et » son oreillette, sont au contraire flasques. Toutes les » fibres musculaires ont perdu leur irritabilité; et, ayant » tiré le cœur d'un animal avant qu'il fût refroidi, je n'ai

(1) *Opuscules chimiques*, traduit par G. de Morveau, tome I, page 74 (1780).

» pu y exciter aucun mouvement, ni par le souffle, ni par
» le scalpel, ni même par l'acide vitriolique concentré. »

Et en note, Guyton de Morveau observe que l'électricité doit être le meilleur antiasphyxique.

Dans le mois d'avril 1806, une famille de sept individus fut empoisonnée à Marseille, hors la barrière Saint-Victor, par la *vapeur d'un four à chaux* qu'on faisait brûler clandestinement dans la cour de la maison, vapeur qui s'était introduite par la porte et par les fenêtres. De ces sept individus, cinq périrent et deux furent sauvés; tous cherchèrent à fuir la mort en désertant la maison; et, comme c'était la nuit que l'accident était arrivé, on en trouva sur l'escalier et sur le seuil de la porte dans l'attitude de fuir, mais le gaz délétère leur en avait ôté la force et les moyens. (Fodéré, *Médecine légale*, t. IV, p. 37.)

L'acide carbonique introduit dans le système veineux, dans l'aorte, sous le tissu cellulaire, ne produit pas d'effet sensible chez les animaux, ce que l'on explique en admettant que le gaz est éliminé par les poumons.

On n'est pas d'accord sur la classe de poison à laquelle il faut rapporter l'acide carbonique.

Considéré par les uns comme délétère, il est regardé par d'autres comme asphyxiant, en privant le sang de la présence de l'oxygène.

Nous aurons l'occasion de revenir sur cette question, et nous verrons que les animaux peuvent mourir dans des cloches contenant de l'acide carbonique et des proportions d'oxygène beaucoup plus considérables que dans l'air atmosphérique. M. Bernard a cherché à se rendre compte de cette espèce d'anomalie; il part de ce principe que le sang veineux chargé d'acide carbonique, en traversant le poumon n'absorbe pas simplement les gaz qu'il y rencontre, il exhale une portion de celui qu'il renfermait et produit un échange: or, pour que cet échange s'opère, il faut que les gaz soient différents, et, si le gaz introduit dans les poumons est trop

chargé d'acide carbonique, il s'opposera à la sortie de l'acide carbonique du sang veineux; l'échange n'aura pas lieu, et l'animal périra asphyxié quoique plongé dans une atmosphère riche en oxygène.

Les expériences suivantes confirment ce point important de l'action de l'acide carbonique.

a. Dans un mélange formé de 70 d'acide carbonique et de 30 d'oxygène, un moineau est mort comme foudroyé en moins d'une minute.

b. On a introduit un moineau sous une cloche contenant de l'oxygène et 6,6 pour 100 d'acide carbonique. Après vingt-cinq minutes, l'animal était très-malade et l'atmosphère renfermait 12 pour 100 de gaz carbonique. On a absorbé l'acide carbonique par la potasse, le moineau s'est rétabli insensiblement, sa respiration est devenue très-active.

c. Sous une grande cloche contenant 20 litres d'oxygène et 2 litres d'acide carbonique, on a fait passer un lapin. La cloche a été maintenue sur l'eau de manière à ce que le lapin y plongeât ses pattes. Au bout de trois heures de séjour, l'animal ne paraissait pas très-incommodé; une partie de l'acide carbonique s'absorbait par l'eau; il en restait 20 pour 100 dans la cloche.

d. Dans une cloche de 7 litres de capacité remplie d'air, on a introduit un lapin; au bout d'une heure il était très-malade, il s'est remis immédiatement à l'air. Le gaz contenait

Acide carbonique.....	13,84
Oxygène...........	4,61
Azote.............	81,55

e. Dans une cloche exactement semblable, on a mis un lapin de même poids que celui de l'expérience *d*, et on a ajouté de l'oxygène et de l'acide carbonique; le mélange contenait

Acide carbonique......	18,0
Oxygène.............	31,9
Azote...............	50,1

L'animal paraissait furieux, il mordait l'appareil sur lequel il était posé, grattait les parois de la cloche. Après un quart d'heure le lapin ne bouge plus, il paraît souffrant et tombe vingt minutes après, c'est-à-dire trente-cinq minutes après le commencement de l'expérience; le gaz de la cloche était alors formé de

Acide carbonique......	26,1
Oxygène.............	20,3
Azote...............	53,6

L'écume sort par la bouche, son œil est terne. On remplace un demi-litre du mélange gazeux par un demi-litre d'oxygène : pas de changement sensible. On ajoute des fragments de potasse et en même temps on retire 1 litre et demi de gaz qu'on remplace par autant d'oxygène; le lapin ouvre les yeux, revient à lui, s'agite. Mis à l'air 50 minutes après qu'il est tombé, il s'est mis à courir. Le gaz contenait encore

Acide carbonique,.....	18,1
Oxygène............	28,9

Il avait donc été replacé dans un air présentant la même composition qu'au commencement de l'expérience.

En rapprochant les expériences *d* et *e*, on voit que, dans le cas de l'air seul, l'animal a été asphyxié par 14 pour 100 d'acide carbonique, tandis qu'il lui en a fallu 26 pour 100 lorsque l'atmosphère contenait la proportion d'oxygène renfermée dans l'air ordinaire.

Un verdier est mort dans un milieu confiné contenant 13 pour 100 d'acide carbonique et 39 pour 100 d'oxygène (Bernard).

Le mode d'action de l'acide carbonique expliquerait bien pourquoi ce gaz ne produit pas de désordres apparents lorsqu'on l'introduit par les veines ou les artères. La proportion d'acide carbonique dans le sang des animaux asphyxiés est plus considérable que dans le sang à l'état normal.

Depuis quelques années on a cherché à utiliser l'acide carbonique comme topique ou en bain, et maintenant un grand nombre d'établissements thermaux, en Allemagne principalement, possèdent des appareils pour bains, douches d'acide carbonique. L'emploi de l'acide carbonique pour les usages thérapeutiques, anciennement connu, a été repris en 1834 par M. Mojon, de Gênes, et adopté ensuite après les expériences de MM. Herpin, de Metz, Follin, Simpson, etc. Ce gaz a été préconisé dans la plupart des affections douloureuses de l'utérus.

On se sert encore de l'acide carbonique comme anesthésique local ou général.

Pour administrer les douches, MM. Mondollot ont construit un appareil gazogène muni d'un manomètre dans lequel on comprime 40 litres d'acide carbonique. En ouvrant le robinet, le gaz est lancé avec force sur la partie malade du corps.

L'action topique de l'acide carbonique est celle d'un stimulant local dont les effets prolongés sont irritants et déterminent une réaction générale vive.

M. Boussingault rapporte qu'étant entré dans une galerie de mine à la Nouvelle-Grenade, il ressentit une impression de chaleur suffocante et un picotement dans les yeux. La température du lieu n'était cependant que de 10°,5 et il l'avait évaluée, d'après la sensation, à 40 degrés. L'atmosphère de la mine contenait 95 d'acide carbonique et environ 5 d'air et des traces d'acide sulfurique. M. Boussingault ajoute que la plupart des ouvriers de ces mines deviennent aveugles.

M. Herpin, qui a fait une étude attentive des effets de l'acide carbonique en bain, dit que la peau devient rouge, que la transpiration augmente, que la sécrétion urinaire est augmentée. Puis arrive la surexcitation, une chaleur brûlante, la turgescence et la rubéfaction de la peau, la céphalalgie, etc.

L'emploi de l'acide carbonique comme anesthésique local n'est pas toujours sans danger. M. C. Bernard, de Lyon, a déjà indiqué des accidents toxiques produits par les injections d'acide carbonique dans le vagin. (*Archives de Médecine*, 5e série, t. X, p. 529.)

Tout récemment un accident suivi de mort est arrivé à une femme enceinte à laquelle on voulait faire subir une opération grave. A peine quelques centimètres cubes de gaz eurent-ils pénétré dans le col de l'utérus, que la malade s'écria que l'air lui arrivait dans le ventre, la tête, le cou; des convulsions tétaniques survinrent ensuite, puis une longue agonie et la mort en 1h 45m. (*Beiträge zur Geburtskunde und Gynäkologie*, t. III, p. 181; 1858.)

MM. Breslau et Vogel, de Munich, ayant eu connaissance de l'accident dont je viens de parler, ont expérimenté sur des femelles de lapins dans les diverses phases de la gestation et n'ont produit aucun accident, même sous une forte pression.

Parmi les médecins qui se sont occupés, en France, du gaz acide carbonique comme anesthésique, nous devons mentionner MM. Herpin, de Metz, Ozanam, le professeur Tourdes.

M. le Dr Ozanam compare les effets de l'acide carbonique à ceux de l'éther, mais ils sont plus fugitifs; il les divise en quatre périodes : 1re prodromes; 2e excitation; 3e anesthésie; 4e réveil.

D'après M. Ozanam l'acide carbonique charge progressivement le sang, et d'une manière qu'on peut graduer à volonté, de la quantité de carbone nécessaire pour déterminer l'insensibilité (1).

Je suppose que M. Ozanam a voulu dire que le sang se charge d'acide carbonique.

M. Herpin a conclu de son dernier travail que le gaz

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome XLVI, page 417.

carbonique ne peut être inhalé que mélangé avec une forte proportion d'air atmosphérique et que l'on doit éviter de mettre ce gaz en contact avec les yeux et les narines. En rapportant une observation de M. Graëse, M. Herpin fait remarquer que les premiers effets du gaz se sont portés exclusivement sur le cerveau et les nerfs du sentiment, puis ensuite sur ceux du mouvement : « La puissance de la volonté sur les mouvements musculaires a été d'abord enchaînée, puis suspendue ; les membres, devenus incapables de mouvement et comme cataleptiques, sont restés dans la position où ils se trouvaient primitivement. Il y a eu perte absolue de connaissance ; mais cependant les fonctions de la vie organique, et plus particulièrement celles de la respiration, n'ont pas cessé de s'exécuter, quoique très-faiblement. »

M. Herpin propose de déterminer l'anesthésie par le chloroforme et de continuer l'effet anesthésique au moyen du gaz carbonique mélangé avec une forte proportion d'air atmosphérique (80 à 90 pour 100 d'air) (1).

En résumé, nous voyons que l'acide carbonique :

1°. Injecté par les veines ou les artères est sans action ;

2°. Introduit par les voies respiratoires, peut produire l'anesthésie, à petite dose ; en proportion un peu forte, il peut déterminer la mort en empêchant l'absorption de l'oxygène par le sang ;

3°. Employé comme topique en douches ou en bains, agit comme stimulant local, irritant.

Il est facile, d'après cela, de voir que le meilleur moyen de secourir les personnes asphyxiées par l'acide carbonique est de les exposer à l'air et de tâcher d'activer leur respiration par des aspirations d'oxygène, etc.

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome XLVI, page 581.

Oxyde de carbone (CO).

Ce gaz est incolore, inodore, neutre, permanent; sa densité est égale à 0,967. Il brûle avec une flamme bleue caractéristique, en produisant de l'acide carbonique. Insoluble dans l'eau, il est absorbé avec facilité par le protochlorure de cuivre ammoniacal; c'est un bon réducteur: aussi joue-t-il un grand rôle dans la métallurgie. Ce gaz prend naissance par la décomposition de l'acide carbonique au moyen du charbon incandescent, par la désoxydation des oxydes difficilement réductibles au moyen du charbon. On se le procure à l'état de pureté, dans les laboratoires, en traitant l'acide oxalique par l'acide sulfurique concentré, et en absorbant l'acide carbonique produit en même temps. Le chlore et l'oxyde de carbone se combinent à la lumière solaire en formant un gaz incolore, d'une odeur suffocante qui provoque le larmoiement; ce gaz est appelé *phosgène* ou *acide chloroxycarbonique*. Sous l'influence de l'eau il se dédouble en acide carbonique et en acide chlorhydrique.

L'oxyde de carbone en brûlant absorbe la moitié de son volume d'oxygène et produit un volume égal au sien d'acide carbonique. Ainsi,

1 vol. d'oxyde de carb. $= \frac{1}{2}$ vol. d'oxygène $+ \frac{1}{2}$ vol. vapeur de carb.

L'oxyde de carbone est un des gaz les plus vénéneux que nous connaissions, et c'est à lui qu'il faut en grande partie rapporter les accidents produits par la combustion du charbon ou par le gaz de l'éclairage.

Nysten avait rangé l'oxyde de carbone parmi les gaz simplement irrespirables; d'après lui, ce gaz, injecté dans la veine jugulaire, produit la mort par son *action mécanique*; il agit en portant obstacle aux phénomènes chimiques de la respiration; il brunit le sang artériel, il laisse dans les fonctions de la vie animale un trouble qui paraît dangereux, mais qui se dissipe promptement. Nysten faisait observer en même temps qu'il produit beaucoup plus de trouble,

toutes choses égales d'ailleurs, dans la respiration et la circulation que l'acide carbonique, et il est porté à croire qu'il a une influence particulière sur le système nerveux, parce que l'abattement général, les tremblements, les cris de douleur qu'il occasionne ne semblent pas en rapport avec les effets que déterminerait un corps dont l'action ne dépendrait que de son état gazeux.

En se basant cependant sur les expériences citées par Nysten et sur quelques autres faits, certains toxicologistes, M. Devergie entre autres, avaient admis que l'oxyde de carbone est délétère par lui-même; M. Leblanc a parfaitement démontré la nocuité de ce gaz, à doses très-faibles. A la dose de 4 à 5 pour 100 dans l'air il fait périr instantanément un moineau. Un centième de ce gaz mêlé à l'air détermine la mort d'un oiseau au bout de deux minutes. Si, au moment de la mort apparente, on soustrait immédiatement l'animal à cette influence délétère, il pourra revenir peu à peu à la vie. (*Annal. de Chimie et de Physique*, 3e série, t. V, p. 19.)

Samuel Witte tomba presque aussitôt à la renverse, privé de mouvement, de pouls et de sentiment, pour avoir fait trois ou quatre fortes inspirations, après avoir vidé ses poumons. Il resta pendant une demi-heure insensible, sans vie apparente, le pouls presque éteint. L'insufflation de l'oxygène dans les poumons le ranima; mais il eut le restant de la journée une agitation convulsive et une céphalalgie très-vives; sa vue était obscurcie, il était en proie à des nausées, à des vertiges. (*Biblioth. brit. sciences et arts*, t. LXI.)

Étudiant l'action de l'oxyde de carbone sur les animaux, M. Cl. Bernard, avec sa sagacité habituelle, a nettement expliqué les résultats obtenus par Nysten, et est arrivé à donner la théorie de l'empoisonnement par ce gaz. Ce physiologiste, dans ses leçons au Collége de France, a fait voir que le gaz injecté dans les veines, avec ménagement, peut être

éliminé lors de son passage dans le poumon. Si l'injection est brusque, la mort peut arriver comme cela aurait eu lieu avec de l'air, ou un autre gaz comme l'oxygène, l'hydrogène ou l'azote peu solubles; 16 centimètres cubes injectés dans le tissu cellulaire d'un lapin, et 32 centimètres cubes dans la plèvre d'un chien, n'ont produit aucun symptôme fâcheux. Mêlé à l'air et introduit par les bronches, l'oxyde de carbone se trouve en contact avec le sang par une vaste surface, il est alors vénéneux à petite dose, et l'animal meurt dans les convulsions.

M. Bernard, en examinant la solubilité de l'oxyde de carbone dans le sang, est arrivé à trouver que l'oxyde de carbone déplace l'oxygène des globules du sang et ne peut plus ultérieurement être déplacé par l'oxygène de l'air. Les globules du sang, en quelque sorte paralysés, sont devenus impropres à absorber l'oxygène et circulent comme des corps inertes, sans pouvoir entretenir la vie. Si donc, dit-il, tous les globules sanguins sont atteints par une quantité d'oxyde de carbone suffisante pour déplacer tout leur oxygène, la mort est presque instantanée, et la vie ne peut plus être rappelée par l'insufflation artificielle; si une partie du sang a échappé à l'action délétère, la mort peut être plus tardive (1).

L'oxyde de carbone agité avec le sang rend celui-ci rutilant, et la coloration rutilante est persistante, ce qui n'arrive pas avec l'oxygène qui rend l'intérieur du caillot noir; les globules se déforment plus difficilement.

Ce fait de la coloration du sang se présente encore avec l'acide cyanhydrique, mais il n'en a pas moins son importance au point de vue médico-légal.

Nous verrons plus loin comment il se comporte en présence de l'acide carbonique dans les asphyxies par la vapeur de charbon.

---

(1) *Comptes rendus*, tome XLVII, page 395.

M. Tourdes a constaté qu'un certain nombre d'animaux plongés par l'oxyde de carbone dans un état de mort apparente se remettaient seulement et pouvaient servir à de nombreuses expériences. Aussi, dès 1853, a-t-il classé l'oxyde de carbone parmi les gaz anesthésiques avec l'hydrogène protocarboné, l'acide carbonique et l'hydrogène bicarboné. M. Léon Coze a employé les douches utérines d'oxyde de carbone sur une femme atteinte de cancer ulcéré de la matrice. Sept douches d'oxyde de carbone ont été successivement appliquées; la malade a éprouvé quelques vertiges.

M. Tourdes (1) s'est fait un devoir de signaler en même temps les dangers qui résultent de la forme gazeuse et de la difficulté de l'application de cet agent. Nous sommes parfaitement de son avis et nous pensons même que l'on ne doit pas avoir recours à un gaz aussi toxique.

Acide sulfhydrique (SH).

(Hydrogène sulfuré. — Gaz hépatique. — Air puant.)

L'hydrogène sulfuré est un gaz incolore, d'une odeur particulière très-puante, analogue à celle des œufs pourris. Sa densité est égale à 1,191. L'eau en dissout trois fois son volume. Il peut être liquéfié et même solidifié.

Étant composé de soufre et d'hydrogène, corps très-combustibles, il est lui-même combustible, et, par suite, il doit éteindre les corps enflammés. Soumis à l'action d'une température élevée, ce gaz se décompose en soufre et en hydrogène. Si on emploie $1 \frac{1}{2}$ volume d'oxygène pour 1 volume d'acide sulfhydrique en même temps que la chaleur, il y a une forte détonation avec production d'acide sulfureux et d'eau.

Une cloche remplie de ce gaz prend feu par l'approche

(1) *Comptes rendus*, tome XLIV, page 96.

d'une bougie allumée; le gaz brûle avec une flamme bleue et les parois de la cloche se tapissent de soufre.

Selon que l'oxygène agit sur l'hydrogène sulfuré sec ou humide à la température ordinaire, il ne se produit rien ou il y a formation d'eau avec dépôt de soufre, et si l'on fait intervenir des corps poreux, le soufre passe à l'état d'acide sulfurique, comme l'a fait observer M. Dumas. Le chlore, le brome et l'iode décomposent l'hydrogène sulfuré en produisant des acides chlorhydrique, bromhydrique ou iodhydrique et un dépôt de soufre.

Deux volumes d'acide sulfhydrique et 1 volume d'acide sulfureux, en présence de l'eau, se détruisent et déposent du soufre.

Un volume d'acide sulfhydrique est formé de 1 volume d'hydrogène et de $\frac{1}{6}$ de volume de vapeur de soufre.

L'hydrogène sulfuré est un des gaz qui se produisent le plus facilement dans la nature. Il se dégage souvent des entrailles de la terre, dans les localités volcaniques; d'après MM. Ch. Sainte-Claire Deville et Leblanc, les émanations de l'*acqua bollente* du cône de Vulcano renferment en moyenne 85 pour 100 de ce gaz. Il est un des produits constants de la putréfaction des matières organiques contenant du soufre; de là son dégagement dans les fosses d'aisances, dans les vases des marais, etc. Il prend naissance, par suite de la digestion, dans les intestins des animaux. Les sulfates en contact des matières organiques le produisent encore, surtout en présence de l'eau salée. On le prépare par la décomposition des sulfures au moyen des acides.

L'hydrogène sulfuré est un gaz excessivement délétère qui a donné lieu à un grand nombre d'expériences de la part de Chaussier, Nysten, Fodéré, Dupuytren et Thenard,... Ce gaz peut exercer son action par la peau, le tissu cellulaire, les muqueuses. Dupuytren et Thenard ont constaté qu'à la dose de $\frac{1}{1500}$ dans l'air il tue un oiseau en

très-peu de temps; l'air qui en renferme $\frac{1}{800}$ donne la mort à un chien de moyenne taille, et un cheval succombe dans un air où on en a ajouté $\frac{1}{250}$.

Nysten a injecté de l'acide sulfhydrique dans la veine jugulaire, dans la plèvre droite de plusieurs chiens qui sont morts très-rapidement, lorsque la proportion du gaz injecté s'est élevée à 20 centimètres cubes.

Les chiens, les lapins, les grenouilles périssent en très-peu de temps au milieu des convulsions, et après avoir poussé des cris, aigus par l'injection du gaz ou de la dissolution aqueuse dans le tissu cellulaire sous-cutané.

Des lapins, des canards, des cabiais périssent en quelques minutes lorsqu'on plonge tout leur corps, excepté la tête, dans des vessies pleines d'hydrogène sulfuré; la mort est plus prompte lorsqu'on déplume ces animaux.

Neuf litres de ce gaz injectés dans les intestins d'un cheval ont déterminé de grands efforts pour l'expulser, puis des convulsions et la mort en une minute. Il en est de même si le gaz a été injecté dans l'estomac.

Je vais rapporter les expériences que j'ai faites de mon côté.

a. Dans une cloche contenant 3300 centimètres cubes d'air, et $3^{cc},3$ d'acide sulfhydrique, on a placé un verdier qui s'est mis à sauter avec vivacité, puis il a déployé ses ailes et est tombé raide en moins d'une minute. On a enlevé immédiatement la cloche, et le verdier a été introduit dans un flacon d'oxygène ; il a fait une inspiration et est revenu lentement à lui. Il a d'abord été très-chancelant et ne pouvait se tenir en équilibre ; au bout d'une demi-heure l'animal était rétabli.

b. On a fait un mélange de 800 centimètres cubes d'oxygène et 2500 centimètres cubes d'air, on y a ajouté la même proportion d'hydrogène sulfuré que précédemment ($3^{cc},3$); un pinson qui a été introduit dans ce mélange est tombé en trente secondes et n'a pu revenir dans l'oxygène,

Son corps était rempli de sang par suite de la rupture des vaisseaux situés près du cœur.

c. L'oxygène a été remplacé par de l'azote, et un verdier est mort comme précédemment.

d. Dans la même cloche de 3300 centimètres cubes remplie d'air on a mis un verdier et on a fait passer $1^{cc},5$ acide sulfhydrique (0,00045 ou $\frac{1}{2000}$); l'animal a eu immédiatement des convulsions, s'est contourné et est tombé. Il est revenu dans l'oxygène.

e. Un lapin a été placé dans une cloche de la capacité de 17 litres posée sur le mercure. On a aspiré de l'air de la cloche auquel on a ajouté 13 centimètres cubes d'acide sulfhydrique (0,0007) et on l'a refoulé dans le récipient. Le lapin s'est vivement agité et est tombé au bout d'une minute; en le retirant de la cloche, il a jeté des cris perçants; sa tête a été plongée dans un flacon d'oxygène et il s'est rapidement rétabli.

Mais tous les expérimentateurs sont d'accord pour reconnaître que c'est par son introduction dans les poumons que l'hydrogène sulfuré agit le plus activement. Injecté par toute autre voie, le gaz est d'abord absorbé et doit arriver dans le sang pour exercer ses ravages; si l'absorption se fait lentement, le gaz toxique sera éliminé à mesure de son arrivée et l'animal en ressentira plus ou moins ses effets sans succomber. Les expériences de Nysten mettent ce fait hors de doute, puisqu'il a pu injecter dans la veine jugulaire d'un chien 30 centimètres cubes d'hydrogène sulfuré en trois fois dans l'espace de dix minutes. Une heure après, le chien était rétabli.

M. Bernard a rendu cette expérience très-curieuse et significative en montrant que lorsqu'on injecte une dissolution d'hydrogène sulfuré dans la veine jugulaire d'un chien, le gaz sort au bout de trois à cinq secondes par la bouche de l'animal; ce que l'on constate en plaçant devant le museau du chien un morceau de papier d'acétate de plomb. Le papier

noircit toutes les fois qu'on pousse le piston de la seringue contenant la dissolution d'hydrogène sulfuré; l'élimination est donc presque instantanée.

En injectant 32 centimètres cubes de la même dissolution dans le rectum d'un autre chien, le même phénomène s'est produit, avec un peu plus de lenteur, il est vrai, puisqu'il a fallu soixante-cinq secondes pour noircir le papier; mais au bout de cinq minutes, tout le poison était éliminé (1).

Nous pouvons d'après cela nous rendre compte de l'innocuité de l'acide sulfhydrique chez les personnes qui boivent de grandes quantités d'eaux sulfureuses. Orfila était dans ce cas, et l'on sait aussi que Monge buvait par goût des dissolutions saturées d'acide sulfhydrique.

Il est plus difficile d'expliquer comment un gaz qui exerce une action si prompte sur les animaux, lorsqu'il est introduit directement dans les poumons, ne produit presque jamais d'empoisonnement chez les hommes. J'ai vu souvent dans des fabriques des torrents d'acide sulfhydrique se dégager dans les ateliers sans produire d'accident grave; quelquefois des maux de tête ou des faiblesses qui se dissipent très-vite au grand air.

Les savonneries consomment de la soude brute chargée de sulfures; au moment de la décomposition par les matières grasses, l'hydrogène sulfuré se produit en abondance dans les grandes fabriques, et je n'ai pu découvrir un seul cas d'empoisonnement arrivé, dans ces circonstances, à Marseille ou ailleurs.

Je pourrais encore citer une fabrique dans laquelle on décompose à la fois 100 kilogrammes de sulfure de sodium par l'acide sulfurique, dans une pièce qui n'a pas de grandes dimensions et cela depuis plus de trente ans; jamais un ouvrier n'a été sérieusement malade. Il n'est pas rare enfin de voir dans certains laboratoires des appareils à acide sulf-

---

(1) CL. BERNARD, *Leçons sur les effets des substances toxiques*, page 58.

hydrique fonctionner sans que l'on prenne la précaution d'absorber le gaz.

Ces considérations m'ont fait souvent supposer, je ne crains pas de l'avouer, que l'on exagérait l'action toxique de l'hydrogène sulfuré, et ce n'est qu'après avoir moi-même répété la plupart des expériences que j'ai été convaincu de son efficacité sur les animaux. Cependant je ne puis croire que l'acide sulfhydrique soit la seule cause des miasmes pestilentiels qui désolent certaines contrées marécageuses. Ce gaz existe en fortes proportions dans les *solfatares* et les *lagoni* de Volterrano, dans les lagunes de Venise, et cependant il ne détermine pas les maladies des maremmes.

MM. Chevreul et Savi ont signalé la production de l'acide sulfhydrique comme une des causes les plus influentes de la *malaria*, et F. Daniell a aussi démontré le dégagement de l'hydrogène sulfuré dans les eaux de la côte occidentale d'Afrique qui déciment les matelots séjournant dans ces parages. S'il m'est permis d'émettre une opinion sur ce sujet, sans sortir de la question que je dois traiter, je dirai que les miasmes paludéens renferment toujours une matière organique en suspension, comme l'ont fait voir Thenard et Dupuytren, Moscati, Brocchi, Rigaud de Lisle et Vauquelin, Savi, Théodore de Saussure et M. Boussingault; on y rencontre encore du gaz des marais, de l'acide sulfhydrique et de l'ammoniaque. Chacune de ces substances prise isolément et en petite quantité peut ne pas avoir d'action sensible; mais il est probable qu'associées elles produisent sur l'économie une action bien différente. M. Cl. Bernard a fait voir que l'oxyde de carbone seul n'agit pas avec la même force que lorsqu'il est mélangé à l'acide carbonique, c'est-à-dire que les propriétés délétères d'un gaz éminemment toxique sont augmentées par le fait de son mélange avec un gaz qui ne l'est pas.

L'hydrogène sulfuré et le gaz des marais mélangés, res-

pirés à petite dose pendant longtemps, ont occasionné, en 1803, un empoisonnement lent chez les ouvriers travaillant dans une galerie de mine de houille à Fresnes, près Valenciennes. Les mineurs ont été atteints de la *maladie jaune* et ont été envoyés à l'hospice de l'École de Médecine de Paris pour être traités sous la direction de Hallé. L'analyse de l'air de la galerie y a démontré la présence de beaucoup d'aeide sulfhydrique (1). La maladie jaune ou *maladie des mineurs* a été désignée par Hallé, sous le nom d'*anémie;* elle avait regné parmi les ouvriers des mines de Sehemnitz, en Hongrie, en 1777, et depuis 1785 jusqu'en 1792.

Le gaz acide sulfhydrique agit en détruisant la sensibilité, en altérant la composition du sang. Lorsque la mort est lente, il y a relâehement, faiblesse, insensibilité du pouls, suspension de la respiration, coloration du sang en noir. Après la mort, le foie, les poumons, la rate se déchirent facilement et sont gorgés d'un sang noir ou d'une teinte verdâtre.

L'hydrogène sulfuré dans les poumons se trouve dans les conditions les plus favorables pour réaliser sa transformation en acide sulfurique, et il est très-probable que les désordres qu'il produit dans les organes et dans le sang ne doivent être attribués qu'à cette modification.

D'après ce que nous avons dit sur les propriétés de l'hydrogène sulfuré, il est rationnel de voir que le chlore doit être employé pour combattre les empoisonnements par l'acide sulfhydrique ; mais il faut le faire respirer avee précaution et suivre les indications de Labarraque sur l'emploi des hypochlorites.

Pour ne pas faire respirer trop de ehlore, M. Mialhe a conseillé le moyen suivant. Dans une compresse de toile trempée dans du vinaigre on place une poignée de chlorure

(1) Guyton de Morveau, *Traité des moyens de désinfecter l'air*, page 375.

de chaux et on replie le linge en serviette ; cela fait, on place la compresse chloro-vinaigrée sous le nez du malade, en ayant soin d'activer de temps en temps le dégagement de chlore en comprimant le petit appareil avec le pouce. L'acide acétique et le chlore qui se dégagent en même temps produisent un effet salutaire.

La respiration activée par l'air ou l'oxygène produit aussi de bons effets.

Acide sélénhydrique (Se H).

(Hydrogène sélénié.)

L'acide sélénhydrique est un gaz qui a beaucoup de rapports avec l'acide sulfhydrique et qui s'obtient en traitant le séléniure de potassium ou de fer par l'acide chlorhydrique. Ce gaz se dissout dans l'eau : son odeur est semblable à celle de l'hydrogène sulfuré s'il est mêlé de beaucoup d'air ; mais lorsqu'on respire ce gaz dans un état plus concentré, on éprouve une douleur brûlante dans le nez, qu'on dirait irrité par un pinceau de pointes d'aiguilles fines. La membrane muqueuse des fosses nasales est atteinte de sécheresse, la conjonctive s'injecte, les yeux deviennent rouges, l'odorat disparaît. Pour avoir respiré par une des narines une bulle de ce gaz de la grosseur d'un pois, Berzelius a pu flairer l'ammoniaque la plus concentrée sans éprouver la moindre sensation. Son odorat se rétablit au bout de cinq à six heures, mais il resta un coryza violent et incommode qui dura quatorze jours (1).

Ce gaz, produisant sur les organes respiratoires les effets les plus violents, ne doit être manié qu'avec de grandes précautions. Nous ne faisons qu'indiquer ses principales propriétés, les accidents occasionnés par ce gaz ne pouvant être que très-limités.

Le traitement que nous avons fait connaître à l'occasion de l'acide sulfhydrique conviendrait aussi dans ce cas.

(1) Berzelius, *Traité de Chimie*, tome I, page 200 ; 1845.

Cyanogène (C^2Az).

Le cyanogène, que Gay-Lussac a fait connaître, est un gaz composé de carbone et d'azote représenté par C^2Az ou Cy, pour indiquer qu'il joue dans les combinaisons le rôle d'un corps simple. Ce gaz est incolore, d'une odeur vive, pénétrante, d'une saveur piquante. Sa densité est égale à 1,806; sous une forte pression, il peut se liquéfier et même se solidifier. Le cyanogène est un gaz inflammable qui brûle avec une flamme bleuâtre bordée de pourpre, en produisant de l'acide carbonique et de l'azote.

Un volume de cyanogène renferme 1 volume d'azote et 1 volume de vapeur de carbone.

L'eau dissout de quatre à cinq fois son volume de cyanogène, et la dissolution s'altère rapidement en produisant diverses substances au nombre desquelles figure l'urée.

L'alcool en dissout vingt fois son volume.

Le cyanogène prend naissance toutes les fois que l'on calcine des matières animales avec des alcalis, ou que l'air arrive sur du charbon alcalin à une haute température; le cyanogène forme alors des cyanures.

Dans les fabriques de soude on reconnaît facilement l'odeur d'essence d'amandes amères lorsqu'on vide les chariots de soude brute, et je crois que les accidents arrivés dans la décomposition de la soude brute doivent être attribués en partie au dégagement d'acide cyanhydrique.

Dans les laboratoires, le cyanogène pur se prépare par la décomposition du cyanure de mercure ou du cyanure d'argent secs.

A l'état libre, le cyanogène n'a pas beaucoup d'importance, mais il constitue le radical d'un des poisons les plus violents, l'acide cyanhydrique ou prussique, et cette considération m'a engagé à étudier son action sur les animaux. J'ai reconnu bien vite tous les symptômes de l'empoisonnement par l'acide prussique, vertiges, convulsions atroces,

marche chancelante, écume à la bouche, opisthotonos, etc.

Dans une cloche contenant 850 centimètres cubes d'air on a placé un verdier et on a fait arriver 30 centimètres cubes, c'est-à-dire 3,50 pour 100 de cyanogène. Le verdier a été instantanément pris de convulsions horribles et est tombé mort la tête renversée. Son corps était injecté de sang rouge.

La même expérience a été faite en introduisant un verdier dans une cloche de $3^{lit},500$ et renfermant un demi pour 100 de cyanogène ($\frac{5}{1000}$). Même résultat.

Sous une cloche de la capacité de 8 litres, on a introduit un lapin ; une portion de l'air a été enlevée et il a été remplacé par de l'air auquel on avait ajouté 10 centimètres cubes de cyanogène représentant $\frac{12}{10000}$ de l'air total. Le mélange dans la cloche a été fait par les aspirations et les compressions, au moyen d'une seconde cloche. L'expérience a commencé à $3^h\,40^m$.

A $3^h 48^m$ le lapin est très-souffrant, respiration difficile, bouche de travers, laissant échapper de l'écume, renverse la tête. Le gaz de la cloche renferme à ce moment 6,50 pour 100 d'acide carbonique.

A 4 heures l'animal tombe sur le côté, le gaz renferme 11,7 d'oxygène et 8,8 d'acide carbonique. On soulève la cloche pour retirer le lapin qui paraît mort. Ses yeux sont en partie recouverts, tout son corps est dans un grand relâchement ; les battements de son cœur étant nombreux, on lui a placé la tête dans un flacon d'oxygène ; il a fait une inspiration, puis sa respiration a commencé lentement ; ses yeux se sont ouverts et au bout d'un quart d'heure il ne pouvait encore supporter le poids de sa tête, ni se tenir sur ses pattes ; dix minutes après il est revenu à lui ; sa marche, d'abord chancelante, s'est raffermie et il s'est remis complétement. L'oxygène me paraît un bon moyen à essayer dans le cas d'intoxication, et, à cette occasion, je ferai une remarque qui mérite quelque attention.

Dans une des dernières séances de l'Académie des Sciences, M. Ozanam a indiqué l'oxygène comme contre-poison de l'acide cyanhydrique. Il ne m'est pas possible d'admettre le raisonnement de ce médecin. Comment! de ce que l'oxyde de carbone est plus vénéneux que l'acide carbonique, doit-on en conclure que l'on détruira les propriétés toxiques de l'acide cyanhydrique par des inspirations d'oxygène? L'emploi de l'oxygène est tout mécanique si l'on veut, et dans un grand nombre de cas d'empoisonnement par les gaz j'en ai fait usage avec succès. L'oxygène active la respiration et contribue par conséquent à éliminer plus vite les gaz étrangers. Ne sait-on pas que l'acide sulfhydrique injecté à petite dose dans la veine jugulaire d'un chien sort par les poumons, et M. Bernard n'a-t-il pas fait voir que les animaux empoisonnés par l'acide cyanhydrique peuvent être rappelés à la vie en entretenant chez eux la respiration artificielle?

Le moyen qu'a indiqué M. Ozanam pour l'acide cyanhydrique est bon s'il est employé en temps utile, mais son interprétation me paraît forcée et inadmissible.

Je ne connais aucun cas d'empoisonnement par le cyanogène, et si l'on devait constater sa présence dans les organes d'une personne soupçonnée empoisonnée par ce gaz, je ne pense pas que l'on pût y parvenir facilement. Le cyanogène s'absorbe très-rapidement, et, en présence du sang, il donne des cyanures, en supposant qu'il n'ait pas subi d'autre transformation; il faudrait donc chercher à reconnaître la présence des cyanures par les moyens usités, indiqués par Orfila, Henry, Lassaigne, Taylor, c'est-à-dire en formant du cyanure d'argent, ou du bleu de Prusse, ou du sulfocyanure d'ammonium. Le cyanure d'argent, chauffé avec l'iode, peut aussi être transformé, comme l'ont conseillé MM. Henry fils et Humbert, en iodure de cyanogène très-reconnaissable à sa forme cristalline.

Quant au traitement, il conviendrait de suivre le même

que celui employé pour l'acide cyanhydrique. émétique ou lavement purgatif, respiration d'oxygène, d'eau de chlore étendue ou d'eau ammoniacale, affusions d'eau froide sur la tête, la nuque, la colonne vertébrale, etc.

Hydrogène arsénié (AsH^3).

(Arséniure d'hydrogène.)

En traitant les arséniures par les acides, il se dégage un gaz insoluble dans l'eau, d'une odeur nauséabonde, composé d'hydrogène et d'arsenic, et que l'on a appelé *hydrogène arsénié* ou *arséniure d'hydrogène*.

L'hydrogène arsénié a pour densité 2,695 ; il brûle avec une flamme pâle, se décompose en hydrogène et en arsenic sous l'influence de la chaleur.

Le chlore décompose l'hydrogène arsénié avec dégagement de chaleur et de lumière.

L'hydrogène arsénié réduit plusieurs sels métalliques, particulièrement le sulfate de cuivre et l'azotate d'argent. La formation de ce gaz joue un grand rôle dans la médecine légale; car on peut dire que l'*appareil de Marsh* est l'un des instruments les plus sensibles que le chimiste possède. Dans cet appareil l'hydrogène arsénié prend naissance par l'action de l'hydrogène naissant sur le composé arsenical ; le mélange des deux gaz enflammé à l'extrémité du tube de dégagement brûle avec une flamme verdâtre.

L'eau privée d'air dissout un cinquième de son volume d'hydrogène arsénié; les alcalis caustiques n'en dissolvent pas davantage. Ce gaz n'est altéré ni par l'acide sulfhydrique, ni par les sulfures.

L'hydrogène arsénié est un des gaz les plus vénéneux; à très-faible dose il détermine la mort : Gehlen périt, en 1815, après neuf jours de souffrances, pour avoir respiré quelques bulles de ce gaz pendant sa préparation, et un jeune chimiste anglais a subi le même sort. Lorsqu'on ex-

périmente sur ce gaz dans les laboratoires, on est souvent atteint de lassitude, de maux de tête, de vertiges, nausées, vomissements. Les composés arsenicaux ont été depuis longtemps ceux que les criminels ont choisis de préférence. La trop fameuse *Toffana* en connaissait si bien les effets, qu'elle pouvait répondre du temps que ses victimes mettraient à succomber.

De nos jours encore, malgré les nombreux auxiliaires que la chimie a fait connaître, l'arsenic produit les deux tiers des empoisonnements. Aussi, son histoire est-elle parfaitement connue et les procédés d'investigation pour la recherche de ce corps ont-ils atteint les dernières limites de la précision? L'appareil de Marsh *modifié* est devenu si classique, que je ne tenterai pas de le décrire.

L'hydrogène arsénié, pénétrant par les voies respiratoires, doit nécessairement agir plus activement que les autres composés arsenicaux; il produit en quelques heures l'œdème arsenical, qui est un des symptômes de l'empoisonnement lent par l'arsenic. Aussi sera-t-il plus difficile d'arrêter ses effets. Ne serait-il pas convenable de faire respirer avec ménagement de l'acide sulfhydrique ou de faire même avaler des dissolutions étendues de ce gaz? Ce moyen, qui n'est pas admis par tous les toxicologistes, me paraît cependant rationnel. En effet, si on cherchait à se rendre compte de la manière d'agir de l'hydrogène arsénié, on y arriverait en admettant que ce gaz se transforme très-rapidement en acide arsénieux sous l'influence de l'humidité et de l'oxygène, conditions qui se trouvent exaltées dans le tissu pulmonaire par la chaleur animale. En absorbant l'oxygène, l'hydrogène arsénié empêche l'hématose et produit en même temps un corps très-vénéneux, l'acide arsénieux, qui agit alors, d'après M. Baudrimont, comme agent corrosif local et comme agent qui détruit la vitalité des parties avec lesquelles il se trouve en contact. La transformation en acide arsénieux une fois opérée, on comprend

l'emploi des sulfures, qui sans cela seraient inutiles d'après ce que nous avons vu plus haut.

Le peroxyde de fer hydraté, le sulfure de fer, la magnésie sont d'excellents antidotes qui peuvent être utilisés avantageusement, sans perdre de vue qu'il faut éliminer le poison le plus promptement possible.

Hydrogène antimonié (SbH^3).

Dès que les chimistes eurent connaissance des expériences de Marsh, en 1836, ils en comprirent toute l'importance au point de vue médico-légal et ils cherchèrent à simplifier le procédé, tout en écartant les causes d'erreur. Aussi l'année suivante les essais avaient été nombreux, et Lewis Thompson, Pfaff, F. Simon, Laugier avaient reconnu que l'émétique placé dans l'appareil de Marsh produisait un gaz brûlant avec une flamme blanche, déposant sur la porcelaine des taches d'antimoine.

Depuis cette époque, MM. Lassaigne, Capitaine, H. Rose, etc., se sont occupés de la production de ce gaz que, par analogie, on a regardé comme ayant une composition analogue à celle de l'hydrogène arsénié.

Ce gaz n'a pas encore été obtenu à l'état de pureté; mais empressons-nous d'ajouter que si son histoire laisse à désirer, il n'en est pas de même des procédés pour distinguer les taches d'antimoine de celles d'arsenic.

L'action de la chaleur, de l'acide azotique, de l'azotate d'argent, des hypochlorites, etc., nous fournit des moyens certains de ne pas confondre les deux corps, et l'on peut dire que la recherche de l'antimoine est tout aussi facile que celle de l'arsenic.

L'hydrogène antimonié ne doit pas exercer sur l'économie, à dose égale, une action aussi énergique que l'hydrogène arsénié, puisque les acides de l'antimoine sont moins vénéneux que ceux de l'arsenic.

Dans les cas d'empoisonnement par ce gaz, il conviendrait de suivre le traitement indiqué pour les sels d'antimoine.

Hydrogène phosphoré (PhH^3).

(Phosphure d'hydrogène; gaz phosphorique.)

L'hydrogène phosphoré à l'état de pureté est un gaz soluble dans l'alcool et dans l'éther, qui brûle, quand on en approche un corps enflammé, en répandant d'épaisses fumées blanches et en déposant du phosphore. Il s'enflamme spontanément lorsqu'il contient une petite proportion d'hydrogène phosphoré liquide (P. Thenard). On l'obtient dans un grand nombre de circonstances, mais presque toujours spontanément inflammable. La décomposition des phosphures alcalins ou de l'acide phosphoreux par l'eau le fournissent. Ce gaz se dégage du sein de la terre dans les cimetières et les marais et produit les *feux follets*, les *feux ardents*, qui sont une cause de grande superstition dans tous les pays. C'est sans doute à sa présence que les émanations des caveaux des cimetières doivent leurs funestes effets.

L'hydrogène phosphoré injecté dans la veine jugulaire d'un chien n'a produit aucun inconvénient, d'après Nysten, à la dose de 80 centimètres cubes. Mais il n'en serait pas ainsi si le gaz entrait par la voie pulmonaire; il est probable qu'il absorberait rapidement l'oxygène et qu'il agirait comme asphyxiant d'abord, puis l'acide phosphorique formé viendrait compliquer l'action.

Si un individu était jamais empoisonné par ce gaz, on trouverait sans doute dans son corps de l'acide phosphorique en quantité plus considérable que dans l'état normal; mais la question serait dans tous les cas difficile et il faudrait bien tenir compte des lésions reconnues par l'autopsie.

Il ne serait pas possible de confondre ce gaz avec l'hy-

drogène siliçé, spontanément inflammable, découvert depuis peu par MM. Wochler et Buff.

IV. — Gaz complexes.

Gaz de l'éclairage.

Longtemps avant l'industrie créée par Lebon, certains peuples utilisaient le gaz qui se dégage spontanément du sein de la terre. Ces sources naturelles, très-abondantes en Perse, dans les États-Unis, en Chine, en Italie, sont encore mises à profit pour les besoins domestiques. Les Chinois et les Américains font circuler le gaz inflammable dans des tuyaux de bambous et s'en servent à éclairer les usines et les rues. Dans les pays plus civilisés, et où l'on n'a pas d'ailleurs des sources de gaz à sa disposition, on prépare le gaz dans des usines spéciales, et de là il est dirigé par des tubes métalliques aux différents appareils destinés à le brûler.

Les fuites inévitables de gaz ont souvent occasionné des accidents d'asphyxie qui pourraient devenir plus multipliés depuis que les Compagnies ont toujours en charge leurs gazomètres; mais les effets du gaz sont plus connus, et les appareils plus perfectionnés contribuent à rendre le danger moins redoutable.

La composition du gaz de l'éclairage est très-variable, selon que celui-ci a été obtenu avec de la houille seule ou par la distillation de matières grasses, de produits résineux, etc. On sait encore que les proportions des différents éléments dépendent de la température à laquelle l'opération s'est effectuée, et de l'instant où le gaz a été recueilli. Les traités spéciaux peuvent être consultés à cet égard, et je ne puis qu'y renvoyer. Ce que nous devons rappeler seulement ici, c'est que le gaz ordinaire purifié contient de l'hydrogène protocarboné en majeure proportion, de l'hydrogène bicarboné, du gaz de Faraday, de l'hydrogène, de l'azote, de l'oxyde de carbone, des vapeurs de carbures

volatils, et quelquefois de sulfure de carbone. Accidentellement, si l'épuration n'est pas complète, on y constate la présence de l'acide sulfhydrique, de l'acide carbonique, libres ou combinés à l'ammoniaque.

Est-il donc nécessaire d'en dire davantage pour comprendre qu'un pareil mélange ne peut être respiré en proportion un peu forte sans occasionner tous les symptômes et les accidents des asphyxies ou des empoisonnements. De tous les composés qui constituent le gaz de l'éclairage, l'oxyde de carbone est certainement le plus à redouter et sa proportion s'élève en moyenne à 15 pour 100.

Sans entrer dans de plus grands développements, sans rapporter des exemples d'intoxication par ce gaz, nous nous bornerons à dire que l'on constate souvent une coloration spéciale du tissu pulmonaire, l'abondance de l'écume des voies aériennes, le sang de *couleur pourpre*, etc.

Le traitement est le même que celui de l'empoisonnement par la vapeur de charbon.

La question de l'éclairage et du chauffage par le gaz est depuis plusieurs années l'objet de beaucoup d'études, qui ont presque toutes eu pour but d'extraire l'hydrogène de l'eau par des moyens économiques. L'électricité, le charbon incandescent, la fonte en fusion, etc., ont été proposés; je n'ai pas à m'occuper des avantages ou des inconvénients des divers modes de préparation. On a reproché au gaz ainsi obtenu d'être inodore et de renfermer de l'oxyde de carbone; on s'est occupé de remédier à ces inconvénients. L'oxyde de carbone n'existe pas en plus grande abondance dans ce gaz que dans le gaz à la houille, la plupart du temps même il s'y rencontre en moindre proportion. Il ne serait pas d'ailleurs difficile ni coûteux de s'en débarrasser en faisant passer le mélange gazeux dans de grands tubes chauffés contenant de la soude et de la chaux; l'oxyde de carbone décomposant l'eau de la soude, donnerait de l'acide carbonique qui serait absorbé par la soude, et de l'hydrogène qui s'ajouterait à celui déjà formé. Le carbonate

de soude régénéré servirait indéfiniment. Ce procédé serait bien préférable à l'emploi du protochlorure de cuivre qui est utilisé pour le même objet.

Quant au manque d'odeur, le reproche est sérieux, et je suis de l'avis du professeur Tourdes qui dit : « Les propriétés odorantes de ce gaz (ordinaire) sont, pour la sécurité publique, une garantie tellement précieuse, qu'on peut avancer, sans exagération, qu'un gaz complétement inodore présenterait de grands dangers, et qu'il deviendrait indispensable de lui communiquer des propriétés odorantes. » C'est aussi le but auquel tendent les appareils carburateurs et odoriférants, dont on s'occupe beaucoup ; certains d'entre eux présentent d'ingénieuses combinaisons qui doivent être sanctionnées par la pratique.

Indépendamment des asphyxies, le gaz de l'éclairage, quel qu'il soit, mêlé à l'air en proportions convenables, peut occasionner de graves accidents par son explosibilité. L'odeur du gaz est une preuve de la fuite des appareils, et doit mettre en garde contre le danger. Une ordonnance du Préfet de Police, du 27 octobre 1855, détermine les conditions dans lesquelles seront établis les appareils à gaz et les tuyaux de conduite, qui doivent rester apparents dans tout leur développement (art. 9).

Air confiné.

Les animaux ont besoin pour vivre d'air plus ou moins pur, selon le degré de l'échelle animale auquel ils appartiennent. L'homme demande la plus grande pureté, et nous pourrions dire, avec Ramazzini : tel air, tel sang (*de Constitutione, anno* 1691). Il est donc important de rechercher les causes qui peuvent altérer la composition du milieu dans lequel nous vivons. En première ligne, nous pouvons placer le produit de notre propre respiration, contenant de l'acide carbonique formé aux dépens de l'oxygène

de l'air; or, si celui-ci ne peut se renouveler, il sera doublement vicié par une diminution d'oxygène et par une forte proportion d'acide carbonique qui pourront le rendre irrespirable. De nombreuses expériences faites par Mayow, Hales, Priestley, Scheele, Lavoisier, etc., ont démontré que les animaux enfermés dans des vases ne tardent pas à périr. Nous citerons pour mémoire les cent quarante-six prisonniers qui, par un ordre barbare, furent enfermés dans une chambre de 7 mètres carrés n'ayant que deux petites fenêtres. Le lendemain matin vingt-trois seulement étaient vivants, dans un état effrayant, la mort peinte sur le visage.

Voulant donner un simple aperçu des causes qui peuvent altérer la composition de l'air confiné, je ne pourrai mieux faire que d'extraire quelques passages de l'excellent Mémoire de mon ami Leblanc.

Un homme brûlerait, suivant M. Dumas, par l'effet de sa respiration, tant en carbone qu'en hydrogène, une quantité équivalente à 10 grammes de carbone par heure; la quantité d'air totalement dépouillée d'oxygène par cette combustion serait de 116 grammes environ dans le même temps, ou de 90 litres à peu près. D'après le nombre des expirations de M. Dumas et leur volume (16 à 17 expirations par minute, chacune de $\frac{1}{3}$ de litre), il sortirait des poumons 8 mètres cubes d'air environ par vingt-quatre heures, lesquels contiendraient 4 pour 100 d'acide carbonique en moyenne. Telle serait aussi la quantité d'air viciée par un homme dans les vingt-quatre heures, en admettant que la proportion d'acide carbonique contenu dans l'air expiré constituerait déjà une atmosphère nuisible. Dans un dortoir de la Salpêtrière, l'air a fourni jusqu'à 8 millièmes d'acide carbonique. L'air recueilli à la fin d'une leçon de M. Dumas, à la Sorbonne, contenait plus de 1 pour 100 d'acide carbonique.

On ne peut révoquer en doute l'influence de diverses

circonstances purement physiques sur la salubrité, ou l'insalubrité de l'air : telles sont la température, la pression, l'état hygrométrique, etc.

La quantité d'eau évaporée par un homme, dans les vingt-quatre heures par les effets réunis de la transpiration pulmonaire, peut s'élever, d'après Séguin et M. Dumas, jusqu'à 800 grammes et même 1000 grammes environ. Si l'on cherche le volume d'air sec que ces 800 grammes de vapeur aqueuse sont capables de saturer, on trouve environ 60 mètres cubes pour la température de 15 degrés, et 80 mètres cubes pour celle de 10 degrés. Si l'air était déjà à demi saturé, il faudrait un volume double, soit 120 mètres cubes à 10 degrés, et 160 à 15 degrés.

Il suffit d'énoncer ces chiffres pour juger de l'effet qui doit résulter du séjour prolongé d'un certain nombre d'individus dans une enceinte fermée; l'air doit arriver assez promptement à l'état de saturation. A ce terme, il est permis de croire, avec M. Dumas, qu'un séjour plus prolongé amènerait des effets physiologiques prononcés. En effet, l'évaporation cutanée, qui formerait à elle seule les trois quarts de l'évaporation totale, doit se trouver, sinon totalement arrêtée, du moins notablement diminuée, puisque l'air ne peut plus enlever de vapeur aqueuse qu'en vertu de son échauffement au contact de la peau; or, celle-ci n'étant pas à découvert, les mouvements de l'air sont trop gênés pour que l'effet soit prononcé. Quant à la transformation pulmonaire, elle ne s'effectuera plus qu'à raison de la différence de tension entre la vapeur d'eau à saturation à 37 degrés, et celle qui saturerait l'espace à la température du milieu environnant. Il s'ensuit qu'une portion notable de la chaleur enlevée à l'état latent par l'effet de la transpiration normale, tendra à s'accumuler dans nos organes et à en élever la température, à moins qu'il ne s'opère dans les procédés mêmes de la respiration une réaction capable de compenser cet effet. (Leblanc.)

Indépendamment des effets nuisibles dus à la vapeur aqueuse, il faut ajouter ceux occasionnés par les produits de la transpiration cutanée et de la transpiration pulmonaire. Ces matières animales, que l'on a appelées *miasmes*, ont une odeur repoussante, lorsqu'elles se dégagent par les cheminées d'appel des salles d'assemblées nombreuses, et contribuent à rendre l'air insalubre.

On peut encore faire observer que l'air se trouve vicié au contact des matières organiques par une combustion lente. C'est ainsi que l'air des caves où se trouve de la paille pourrie est souvent cause d'asphyxie. Les fruits que l'on conserve dans les fruitiers absorbent l'oxygène, qui se trouve remplacé par de l'acide carbonique. Il est donc imprudent de séjourner, et surtout de dormir, dans des endroits fermés où l'on conserve des fruits, des racines alimentaires, de la laine imprégnée d'huile, etc.

Les appareils d'éclairage, lorsqu'ils sont nombreux, peuvent aussi altérer l'air avec énergie. Ainsi, par exemple, 1 kilogramme d'acide stéarique, en brûlant, peut verser dans une capacité de 50 mètres cubes près de 4 pour 100 d'acide carbonique en volume, c'est-à-dire amener cette atmosphère au même degré d'altération que l'air expiré par nos poumons.

La combustion de 1 kilogramme de suif exige 10,352 litres d'air. Les chandelles, en brûlant, produisent de la fumée qui est très-irritante et pique à la gorge.

Un bec de gaz, consommant 158 litres par heure, absorbe 234 litres d'oxygène et produit 128 litres d'acide carbonique et $169^{gr},6$ d'eau.

On voit l'influence qu'aurait l'éclairage au gaz dans les appartements clos : l'air serait bien vite dépouillé de son oxygène et serait chargé d'acide carbonique.

Le chauffage par le gaz, qui tend tous les jours à prendre de l'extension dans l'économie privée, peut occasionner des asphyxies, si les produits de la combustion ne sont pas re-

jetés en dehors des appartements. Certains appareils qui utilisent le gaz préalablement mêlé à l'air, et que l'on place au milieu de la pièce à chauffer, fournissent des quantités considérables d'acide carbonique, en admettant qu'il n'y ait pas d'autre gaz. J'ai commencé une étude sur cette importante question d'hygiène; mais, en attendant que je puisse me prononcer définitivement, je regarde ces appareils *sans tuyaux d'appel* comme mauvais pour la santé. On peut objecter à cela que la plupart des grands établissements sont éclairés somptueusement par le gaz et que l'on ne constate pas d'asphyxies. Mais je puis répondre que les salles sont souvent grandes et plus ou moins aérées. Et n'admet-on pas d'ailleurs généralement que le séjour prolongé et habituel dans de pareils lieux doit influer sur l'hématose et renforcer la tendance à l'étiolement qui caractérise les habitants des rez-de-chaussée de Paris? Les personnes qui résident forcément dans des lieux largement éclairés au gaz se plaignent de dyspnée, d'étouffement, de chaleur âcre à la gorge. Les sujets à poitrine irritable, à prédisposition tuberculeuse, s'accommodent le moins de cette atmosphère et finissent par n'y pouvoir rester. (Briquet.)

Les accidents deviennent plus graves lorsqu'on brûle du charbon dans des pièces fermées. Les cas de mort par ce moyen sont malheureusement très-fréquents et bien connus.

Les appareils de chauffage portatifs, tels que le *brasero* des pays méridionaux, le *mangal* des Orientaux, les fourneaux pour les repasseuses, les coiffeurs, les relieurs, etc., devraient être bannis des lieux où l'air ne se renouvelle pas facilement. Il conviendrait même de les placer toujours sous des hottes communiquant avec l'air extérieur; car il n'est pas nécessaire qu'une pièce soit hermétiquement close pour que la vapeur de charbon fasse ressentir ses funestes effets. Que de fois n'a-t-on pas vu des cuisinières ou des repasseuses tomber asphyxiées pour s'être trop rapprochées du

foyer? L'influence des courants d'air est très-grande et pourrait être démontrée par un seul fait. Dans un restaurant d'une des barrières de Paris, une cuisine assez vaste était éclairée et aérée par une croisée. A l'extrémité opposée se trouvait une porte fermée. Les cuisiniers et leurs aides étaient occupés près des fourneaux. La porte s'ouvre, et l'on voit cinq à six personnes tomber les unes après les autres, comme des capucins de cartes, selon l'expression de M. Tardieu. Des faits de cette nature ne doivent pas être perdus de vue pour la discussion en médecine légale.

Je ne puis terminer cet article sans dire un mot des calorifères à cloche de fonte et des calorifères mobiles sans tuyaux. Les poêles et les calorifères versent souvent dans les appartements de l'air échauffé en passant sur des cloches ou à travers des tuyaux en fonte rouges; cet air a ordinairement une odeur malsaine de *brûlé* et contient des proportions plus ou moins fortes d'acide carbonique, d'oxyde de carbone et d'autres gaz résultant de la combustion des matières organiques de l'atmosphère au contact du fer rouge. La fonte elle-même, chauffée en présence de l'air, fournit de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone, comme je l'ai constaté avec M. Peligot il y a une douzaine d'années. Je regarde comme indispensable de recouvrir les cloches d'une couche épaisse de terre ou de briques.

Mais ce que l'on ne comprend pas, c'est que l'on fasse encore usage des calorifères sans tuyaux, malgré les avertissements donnés par le Conseil d'Hygiène. On se rappelle la mort de ce caissier de l'Ambigu et d'une jeune fille dans un restaurant des boulevards il y a deux ans.

Dans un de ces calorifères de petite dimension, j'ai placé du charbon de bois bien allumé, et, lorsque le courant d'air a été rapide et très-chaud, j'ai recueilli du gaz qui s'échappait par la bouche, large d'environ 10 centimètres : ce gaz renfermait 2,8 pour 100 d'acide carbonique et 17,3 pour 100 d'oxygène en volume. Avec un courant faible, le

charbon étant en grande partie consumé, j'ai obtenu 2,0 d'acide carbonique et 18,3 d'oxygène.

J'ai ensuite chargé l'appareil de manière à obtenir un courant rapide d'air à 110 degrés, et, au moyen d'un aspirateur, j'ai fait circuler les produits de la combustion dans l'acide sulfurique concentré, dans la potasse. Le gaz, dépouillé de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique, passait sur de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge dans un tube à l'extrémité duquel on recueillait l'eau et l'acide carbonique produits.

L'acide carbonique des premiers tubes s'est élevé à $0^{gr},035$ par litre ou 1,76 pour 100 (en volume); celui recueilli après le tube à oxyde de cuivre a été considéré comme provenant de l'oxyde de carbone et des carbures d'hydrogène, et, en supposant que l'eau provint exclusivement de l'hydrogène protocarboné, on a déduit la proportion d'acide carbonique correspondante; le restant représentait 0,001 d'oxyde de carbone.

Les proportions d'acide carbonique et d'oxyde de carbone varient nécessairement avec le combustible et la manière avec laquelle l'air arrive au foyer; mais l'air de la pièce alimentant lui-même le combustible, il doit arriver un instant où l'acide carbonique se décomposera et donnera naissance à l'oxyde de carbone.

Il est à désirer que l'Administration prenne des mesures pour empêcher la vente publique de ces appareils, aussi nuisibles et plus perfides que les poisons. Pourquoi ne seraient-ils pas soumis à des règlements analogues?

Le meilleur moyen d'assainir l'air des enceintes habitées est incontestablement la ventilation, et lorsque les lieux ne renferment ni ventilateur, ni cheminées, il convient de leur donner des dimensions en conséquence, en partant des données fournies par Péclet, qu'il faut de 6 à 10 mètres cubes par individu et par heure.

Les symptômes de l'asphyxie par l'air confiné, surtout

si la vapeur de charbon a contribué à l'empoisonnement, ne sont pas bien déterminés, et les médecins toxicologistes ne sont pas d'accord à cet égard. La couleur *rouge* du sang que l'on a constatée semblerait indiquer que l'oxyde de carbone est intervenu dans l'action du gaz délétère.

Chez les asphyxiés, il faut administrer les secours avec promptitude et ne pas craindre de les continuer lors même que les individus paraissent morts. M. Félix Boudet m'a rapporté que son père est parvenu à faire revenir un petit nègre après sept heures de mort apparente, et M. Bourgeois a eu un malade qui n'a repris connaissance qu'après douze heures de traitement.

Les ouvrages de médecine légale s'étendent généralement beaucoup sur diverses questions relatives à l'asphyxie posées par les tribunaux. Je ne pense pas qu'il faille ici entrer dans cette voie, qui ne nous conduirait pas à des conclusions certaines et pourrait nous faire sortir de notre sujet. En se basant sur ce que nous avons dit de chaque gaz en particulier, l'expert sera presque toujours à même de répondre aux demandes qui lui seront adressées.

Il faudra seulement se rappeler que parmi les produits de la combustion du charbon se trouve l'oxyde de carbone, gaz éminemment délétère. M. Leblanc a fait voir qu'il joue un grand rôle dans les asphyxies par la vapeur de charbon ; et nous avons déjà vu que son action toxique est exaltée par l'acide carbonique.

Fosses d'aisances.

Les matières rejetées par l'économie animale se décomposant avec une très-grande rapidité produisent des exhalaisons funestes à la santé, lorsqu'elles sont accumulées dans des lieux peu aérés. Certaines habitations doivent leur insalubrité aux émanations dégagées des fosses d'aisances établies dans de mauvaises conditions, et il n'est pas difficile

de reconnaître à l'odorat les maisons ainsi infectées. Dans les villes où les matières fécales ne tombent pas directement dans les égouts qui les transportent au loin, on a dû rechercher les moyens les plus convenables de recueillir ces détritus humains. Les Administrations s'en sont souvent préoccupées, et le célèbre Hallé a publié, en 1785, par ordre du gouvernement, de savantes recherches sur la nature et les effets de ce méphitisme, afin d'arriver à le combattre. Les Conseils d'Hygiène et de Salubrité ont souvent été saisis de cette question importante, et le Préfet de Police a rendu plusieurs ordonnances concernant la construction des fosses et leur vidange. Nous ne pouvons que renvoyer aux ordonnances du 1er décembre 1853 et du 29 novembre 1854 pour les mesures hygiéniques à adopter.

Les accidents occasionnés par le méphitisme des fosses sont très-fréquents et font malheureusement de nombreuses victimes parmi les vidangeurs. La composition de l'air des fosses d'aisances est très-variable; tantôt l'atmosphère est presque entièrement composée d'azote, d'un peu d'acide carbonique et d'air; tantôt elle contient de l'hydrogène sulfuré, de l'azote et des sels ammoniacaux; par suite, et c'est le cas qui se présente le plus habituellement, on trouve un mélange de ces diverses substances. L'acide sulfhydrique ou le sulfhydrate d'ammoniaque sont bien vite décelés par l'odorat; une bougie qui s'éteint en la plongeant dans la fosse indique la prédominance de l'azote ou de l'acide carbonique. Cet essai doit être fait avec prudence, car l'acide sulfhydrique donnant avec l'air des mélanges explosifs, il peut en résulter des accidents : je dirai cependant que ce moyen a été quelquefois employé pour purifier l'air des fosses; mais on en connaît de bien préférables. La nature des gaz doit nécessairement exercer des influences diverses sur les ouvriers qui pénètrent dans les fosses. Il peut y avoir simplement asphyxie, si l'atmosphère ne contient pas d'acide sulfhydrique, et, dans ce cas, les malades

reviennent à eux souvent par l'exposition à l'air. Il y a au contraire véritable empoisonnement dans les atmosphères renfermant de l'acide sulfhydrique ou du sulfhydrate d'ammoniaque. Les effets sont alors : douleurs vives à l'estomac et aux articulations, oppression, céphalalgie, nausées, cris involontaires, sons modulés, délire, convulsions, écume sanglante s'échappant de la bouche, pupilles dilatées, pouls petit, rire sardonique, respiration courte et convulsive, etc. Ces accidents peuvent ne se produire que plusieurs heures après la sortie des fosses ou être instantanés.

Les individus asphyxiés par le méphitisme des fosses produisent quelquefois l'asphyxie des personnes qui les soignent, comme cela est arrivé à Verville.

Les deux variétés d'asphyxie que nous venons de voir sont désignées depuis longtemps sous le nom de *plomb*; les vidangeurs sont en outre sujets à une ophthalmie appelée *mitte*. Celle-ci, due probablement aux vapeurs ammoniacales, est caractérisée par des picotements aux yeux, l'inflammation du globe oculaire, l'enchifrènement avec douleurs dans le fond des orbites, la photophobie quelquefois avec cécité pendant plusieurs jours. Une abondante sécrétion de larmes et de mucus nasal amène la guérison; aussi les vidangeurs distinguent-ils la mitte en *sèche* et en *humide*, ou *grasse*, ou *coulante*. Ils connaissent aussi la mitte *tardive* qui se déclare par une douleur frontale pendant la nuit. Du reste, les ophthalmies persistantes sont rares parmi les vidangeurs, qui finissent par accoutumer leurs yeux aux émanations ammoniacales.

Le traitement des individus empoisonnés par le gaz des fosses d'aisances est celui de l'asphyxie et celui de l'acide sulfhydrique, c'est-à-dire exposition au grand air, aspersions avec de l'eau vinaigrée froide, frictions, compresses sous le nez de chlorure de chaux, respiration d'oxygène, etc.

Les asphyxies, dans les fosses, arrivent souvent lorsque

les ouvriers y pénètrent pour les réparer, même plusieurs jours après qu'elles ont été vidées; il importe donc de bien purifier l'air.

C'est à l'occasion de la mort de trois ouvriers asphyxiés, le 15 avril 1802, dans une fosse d'aisances du quartier des Halles, qui avait été vidée quatre jours auparavant, que Dupuytren et Thenard firent leurs expériences sur l'action de l'acide sulfhydrique. Ils proposèrent aussi l'emploi du chlore comme désinfectant.

Labarraque a indiqué pour s'opposer à la diffusion des émanations des latrines dans l'intérieur des appartements, d'étendre sous les portes une traînée de 2 centimètres d'épaisseur de chlorure de chaux sec, ou de tendre des linges imprégnés de chlorure liquide. Je me suis servi avec avantage pour de semblables usages d'une dissolution étendue de permanganate de potasse, sel qui attaque les sulfures et les matières organiques avec une rapidité incroyable.

Quant aux désinfections des matières fécales, nous rappellerons seulement que l'on a proposé le charbon divisé, la cendre de tourbe, le sulfate de fer, le sulfate de zinc, le protoxyde de fer hydraté, les acides, etc.

Méphitisme des égouts.

Tout ce que nous avons dit sur les fosses d'aisances peut s'appliquer aux égouts qui reçoivent les immondices et souvent les matières fécales. Mêmes symptômes, mêmes maladies, chez les égoutiers et les vidangeurs.

Mines, grottes, carrières, puits, caves.

Dans les cavités souterraines, l'air peut être vicié de différentes manières, par l'acide carbonique, par l'acide sulfhydrique, par le gaz des marais, par le manque d'oxygène, etc.

Les mineurs grecs et romains connaissaient des lieux où les lampes s'éteignaient et où l'on s'exposait à être asphyxié;

ils attribuaient ces accidents à des *airs irrespirables*. Dans le moyen âge, la superstition transforma ces airs en démons et en esprits malins qui venaient souffler les lampes des mineurs. A l'époque des guerres de religion, le peuple admettait l'empoisonnement des puits, et malgré les progrès de la civilisation cette idée a reparu de nos jours.

Basile Valentin compare l'air des souterrains à l'air qui se produit dans les caves pendant la fermentation du moût ; nous savons, en effet, que dans la plupart des grottes, il se dégage de l'acide carbonique : les caves de Montrouge se remplissent souvent d'acide carbonique et occasionnent des asphyxies.

Lorsque l'on doit pénétrer dans des lieux où les lumières s'éteignent, il faut établir avant tout une bonne ventilation ou absorber l'acide carbonique au moyen de dissolutions de potasse, de soude, d'ammoniaque, d'un lait de chaux.

Basile Valentin recommandait l'emploi d'un *tirage automate* produit de la manière suivante :

On fait une boule de cuivre de la grosseur d'une tête d'homme, on y pratique une petite ouverture par laquelle on introduit de l'eau. Ensuite on met la boule sur des charbons ardents et on la porte dans l'endroit que l'on voudra purger de l'air irrespirable (1). Les moyens que l'on emploie de nos jours sont plus efficaces et s'appliquent aussi aux puits, puisards, rutoirs, rendus inaccessibles par des dégagements d'acide sulfhydrique.

S'il était urgent de descendre dans des lieux incomplétement purgés des gaz nuisibles, on devrait se faire attacher par une forte corde et placer devant la bouche un petit sachet de toile contenant parties égales de chaux délitée et de sulfate de soude, mélange qui a une grande avidité pour l'acide carbonique.

L'appareil du colonel Panlin présente toute sécurité,

(1) Hœfer, *Traité de Chimie*, tome I, page 465.

mais il ne peut être employé que dans les grandes villes par le corps des pompiers.

Les accidents arrivés dans les caves, les carrières, les puits sont habituellement de simples asphyxies que l'on traite par les moyens ordinaires. Rarement l'acide sulfhydrique fait partie de l'air de ces lieux.

Dans certains cas, l'asphyxie pourrait avoir lieu par le manque d'oxygène, sans que la localité renfermât ni acide carbonique, ni acide sulfhydrique. Cela se présente lorsque des sulfures sont assez désagrégés pour absorber l'oxygène de l'air ou que des matières organiques ont une grande tendance à l'oxygénation. Dans une entaille de la mine d'Huelgoat, M. Leblanc a trouvé que les lampes s'éteignaient, que l'air était asphyxiant; l'atmosphère contenait

Oxygène.....	9,6
Azote.......	90,4

Des accidents d'asphyxie ont eu lieu ainsi dans des entailles de filon à Poullaouen. M. Leblanc attribue à l'influence des pyrites très-abondantes dans le filon d'Huelgoat l'altération survenue dans la composition de l'air.

Dans les mines de lignite de la Provence, il se manifeste pendant les chaleurs et dans les cantons mal aérés le *mouquet* ou le mauvais air. Les mineurs le distinguent à son odeur piquante, à la pesanteur de tête, au sifflement des oreilles, au gonflement du bas ventre, à l'oppression de la poitrine, à une espèce de tremblement dans les muscles des cuisses et des jambes, etc. Les victimes du mouquet, qui paraît être un mélange de gaz acide carbonique et d'azote en diverses proportions, ont offert le ventre gonflé et tendu comme celui des noyés. (Brard.)

Nous avons déjà dit que l'hydrogène protocarboné se dégage dans les mines de houille et que les mineurs le désignent sous le nom de *grisou* ou *feu sauvage*. Ce gaz, mélangé à l'air, produit, par l'approche d'une flamme, des

explosions violentes qui bouleversent les travaux, tuent les ouvriers et incendient souvent les mines. Les annales scientifiques rendent compte d'accidents terribles et nombreux occasionnés par ce gaz, dont on ne peut se débarrasser entièrement. Avant l'invention de la lampe de sûreté de Davy, un homme masqué et couvert de cuir, nommé *pénitent* en France et *fireman* en Angleterre, entrait à plat ventre dans la mine et déterminait l'explosion au moyen d'une torche placée à l'extrémité d'une perche. Il ne suffit pas d'enflammer le gaz, il faut encore se débarrasser des produits de la combustion par une ventilation bien entendue. Soixante-huit ouvriers qui avaient échappé à la commotion et à l'inflammation du grisou qui eut lieu le 10 janvier 1812 dans la houillère du Horlot, près Liége, furent asphyxiés par le gaz résultant de la combustion, qui s'était répandu dans les travaux. (Brard.)

L'hydrogène protocarbonné dans de l'air en excès produirait son volume d'acide carbonique et de l'eau, en s'emparant de l'oxygène; il ne devrait donc y avoir dans l'atmosphère que de l'azote, de l'acide carbonique et l'air non employé. Mais si la proportion d'air n'était que cinq fois plus forte, il ne se produirait alors que de l'oxyde de carbone, d'après ce que nous avons dit en parlant de ce gaz. Or n'est-ce pas là ce qui se passe souvent lorsque l'on ne peut pas rappeler les mineurs à la vie?

La présence de l'oxyde de carbone, même en minime proportion, rendrait l'air éminemment toxique, et c'est encore là une des raisons qui ont fait abandonner l'emploi du coton-poudre pour l'exploitation des mines; car, au nombre des gaz résultant de la détonation, l'oxyde de carbone y entre pour une grande part.

Méphitisme des tombeaux et caveaux mortuaires.

Les *Annales d'Hygiène* ont recueilli un grand nombre de cas de morts occasionnées par le méphitisme des cime-

tières. Des fossoyeurs sont tombés morts en donnant un coup de pioche sur des tombes anciennes. Il y avait à Rome des fosses communes que leurs exhalaisons infectes firent appeler *puticuli*. Après l'établissement du christianisme, les hauts personnages étaient déposés dans les autels des basiliques, et ce grave abus se maintint en France jusqu'en 1804, après avoir longtemps été attaqué par Haguenot (1744), Piattoli (1774), Navier (1775) et quelques papes.

A la suite de l'hiver de 1773, qui n'avait pas permis d'ouvrir la terre des cimetières, on ordonna l'évacuation des caves sépulcrales de la principale église de Dijon. L'infection devint si insupportable, qu'il fallut fermer l'église. Guyton de Morveau, alors avocat général au Parlement de Bourgogne, proposa comme moyen de désinfection la fumigation d'acide muriatique; elle fut exécutée le 6 mars 1773, et quatre jours après on y rétablit les offices.

Le même procédé fut appliqué le 20 mars 1800, par Mojon, dans l'église de Saint-André, à Genève, où deux fossoyeurs étaient tombés morts au moment où ils voulaient descendre dans un caveau.

En Bourgogne, dans une église de Saulieu, des exhalaisons putrides s'étant échappées d'une tombe mal scellée, soixante-six enfants en furent infectés, au point que trente-quatre en périrent; le curé et le vicaire succombèrent aussi.

M. Aumolle, inspecteur des cimetières de Paris, ayant reconnu que les caveaux contiennent souvent des gaz qui empêchent les ouvriers d'y séjourner, a consulté, en 1849, M. Pellieux sur cette question. Après avoir visité tous les cimetières de Paris et avoir pris connaissance de l'état des lieux infectés, ce chimiste a adressé un Rapport, qui se trouve consigné dans le tome XLI, page 127, des *Annales d'Hygiène*.

D'après les renseignements recueillis auprès des fos-

soyeurs, lorsqu'on descend dans ces caveaux on éprouve un sentiment de pesanteur sur les tempes et sur les paupières; on a de la peine à tenir ces dernières relevées; la face s'injecte, la déglutition devient difficile; on ressent une saveur âcre et chaude que les fossoyeurs comparent à celle que laisse la *cassonade de mauvaise qualité;* on éprouve un bourdonnement dans les oreilles; il survient une sueur abondante, etc.

Outre l'acide carbonique, M. Pellieux a reconnu dans certains caveaux du carbonate et du sulfhydrate d'ammoniaque. Il est fâcheux que les renseignements fournis par ce chimiste se soient bornés là. La mission dont il était chargé aurait dû, ce nous semble, le conduire à des résultats plus importants. Afin que les ouvriers puissent pénétrer dans les caveaux, M. Guérard a proposé de chasser l'air infecté au moyen d'une pompe foulante munie d'un tube plongeant jusqu'au fond du caveau.

Paris. — Imprimerie de Mallet-Bachelier, rue du Jardinet, 12.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MALLET-BACHELIER,
RUE DU JARDINET, 12.